

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ – ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη της βιολογίας του Ευρωπαϊκού χελιού
Anguilla anguilla L. στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς
του Αμβρακικού Κόλπου

ΕΛΕΝΗ ΓΚΟΛΟΜΑΖΟΥ



Anguilla anguilla L.

ΒΟΛΟΣ 2002



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 1548/1
Ημερ. Εισ.: 13-10-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΓΦΖΠ
2002
ΓΚΟ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070339

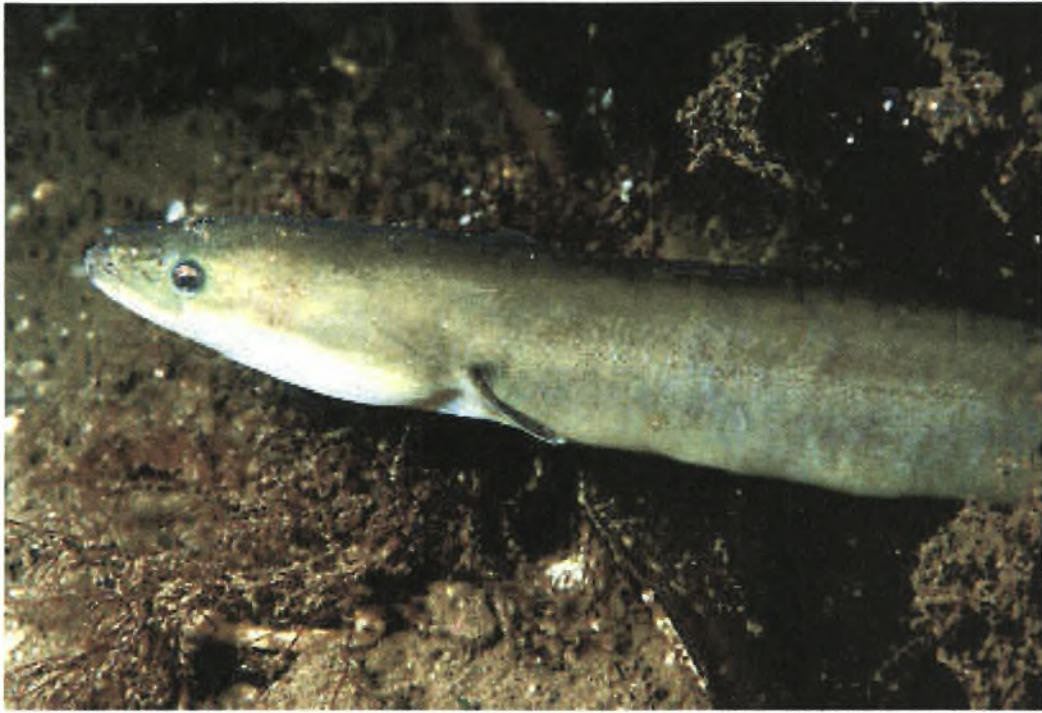
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ – ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη της βιολογίας του Ευρωπαϊκού χελιού
Anguilla anguilla L. στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς
του Αμβρακικού Κόλπου**

ΕΛΕΝΗ ΓΚΟΛΟΜΑΖΟΥ

ΒΟΛΟΣ 2002



Επιβλέπων Καθηγητής

Καθ. Χρήστος Νεοφύτου

Διευθυντής Εργαστηρίου Ιχθυολογίας – Υδροβιολογίας,
του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής & Ζωικής Παραγωγής
του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Εξεταστική Επιτροπή

Καθ. Χρήστος Νεοφύτου

Αν. Καθ. Σπύρος Κλαουδάτος

Λέκτορας Χρήστος Μαραβέλιας

Στην οικογένεια μου
&
στον Σπύρο

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή πραγματοποιήθηκε στο σύνολό της στο Εργαστήριο Ιχθυολογίας – Υδροβιολογίας, του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το θέμα της πτυχιακής αυτής διατριβής “Μελέτη της βιολογίας του Ευρωπαϊκού Χελιού *Anguilla anguilla* L. στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς, του Αμβρακικού Κόλπου” ανατέθηκε από τον Διευθυντή του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας – Υδροβιολογίας, και επιβλέποντα Καθηγητή της διατριβής κύριο Χρήστο Ν. Νεοφύτου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή κύριο Χρήστο Ν. Νεοφύτου για την πολύπλευρη βοήθεια του και τις πολύτιμες συμβουλές του τόσο κατά την πορεία της έρευνας όσο και στη συγγραφή και την τελική παρουσίαση της παρούσας διατριβής.

Επίσης ευχαριστώ τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Σ. Κλαουδάτο και Λέκτορα κύριο Χ. Μαραβέλια για την προθυμία και το ενδιαφέρον τους στην πορεία της έρευνας.

Ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να απευθύνω στον Ιχθυοπαθολόγο του Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε. κύριο Γ. Σαββίδη, για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράστασή του στην διαδικασία ανάγνωσης των ωτόλιθων, καθώς και στην κυρία Τ. Κυριαζίδου για την βοήθεια της στις μικροτομικές τομές των ωτόλιθων.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη του εργαστηρίου, τον τελειόφοιτο μεταπτυχιακό φοιτητή Ν. Νεοφύτου και τη γραμματέα κυρία Σταυρούλα Αϋφαντή για την συμπαράσταση και το ενδιαφέρον τους για την πορεία της παρούσας διατριβής.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την μέχρι τώρα προσφορά τους τόσο καθ’ όλη τη διάρκεια των σπουδών μου όσο και κατά την πορεία της έρευνας, καθώς και για την απεριόριστη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου έδειξαν στις δύσκολες στιγμές, δίνοντάς μου δύναμη και κουράγιο να ολοκληρώσω την πτυχιακή αυτή διατριβή.

ΚΕΦ. 1 ΓΕΝΙΚΑ

1.1	ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	7
1.2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ – ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ	9
1.3	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ – ΚΑΤΑΝΟΜΗ	11
1.4	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	13
1.4.1	Αμβρακικός Κόλπος.....	13
1.4.2	Λιμνοθάλασσα της Ροδιάς.....	15
1.4.3	Οικολογία Λιμνοθάλασσας.....	16
1.4.4	Υδρολογικά και κλιματικά στοιχεία λιμνοθάλασσας.....	17
1.4.5	Φυσικοχημικές ιδιότητες της λιμνοθάλασσας.....	18
1.4.6	Αφθονία φυτοπλαγκτού στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς του Αμβρακικού Κόλπου.....	25
1.5	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ	26
1.5.1	Δείγμα χελιών και λήψη βιολογικών στοιχείων.....	28

ΚΕΦ. 2. ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ

2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	31
2.1.1	Προβλήματα Μεθοδολογίας.....	31
2.1.2	Διαφορές στην ανάπτυξη που οφείλονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες.....	32
2.1.3	Οι ωτόλιθοι σαν μέσο προσδιορισμού της ηλικίας	33
2.1.4	Οι δακτύλιοι των ωτολίων	34
2.2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	35
2.2.1	Αφαίρεση ωτολίων από τα χέλια.....	35
2.2.2	Παρατήρηση και ερμηνεία ωτόλιθων.....	35
2.2.3	Παρατήρηση ωτόλιθων.....	36
2.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	44
2.3.1	Κριτήρια εκτίμησης της ηλικίας	44
2.3.2	Σχέση μήκους – βάρους	44
2.3.3	Περιγραφή ωτόλιθου.....	46
2.3.4	Ηλικιακή δομή δείγματος.....	47

2.3.5	Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης	47
2.3.6	Φωτογραφίες ωτόλιθων.....	51
2.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	55
2.4.1	Σχέση μήκους – βάρους	55
2.4.2	Ηλικιακή δομή δείγματος	57
 ΚΕΦ. 3 ΔΙΑΤΡΟΦΗ		
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	59
3.2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	59
	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	62
3.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	63
	 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	 69

ΚΕΦ. 1 Γ Ε Ν Ι Κ Α

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Είναι γνωστό ότι τα υφάλμυρα νερά κατέχουν σημαντικές θέσεις μεταξύ των πόρων που η φύση προσφέρει στον άνθρωπο. Το πρόβλημα της προστασίας και της αξιοποίησης της ιχθυοπανίδας των υφάλμυρων υδάτων είναι πολυδιάστατο και ιδιαίτερα σοβαρό, λαμβάνοντας υπόψη τα ακανθώδη προβλήματα που αντιμετωπίζει ο άνθρωπος λόγω της εκρηκτικής αύξησης του πληθυσμού και αφετέρου εξαιτίας της μείωσης της των πηγών πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης. Εξάλλου η μείωση της θαλάσσιας ιχθυοπανίδας εξαιτίας της ανεξέλεγκτης αλιείας και της εκτεταμένης ρύπανσης των θαλασσών, αποτελούν τους δύο σπουδαιότερους λόγους που επηρεάζουν τις ιχθυοπυκνότητες των διαφόρων ψαριών.

Στη χώρα μας, λόγω της ανεπάρκειας στοιχείων και έλλειψης πληροφόρησης πάνω στη βιολογία και στην οικολογία των ψαριών, δεν κατέστη δυνατή η άσκηση μιας υπεύθυνης και σοβαρής πολιτικής στον τομέα της αξιοποίησης της ιχθυοπανίδας των υφάλμυρων υδάτων. Γι' αυτό πολλά είδη ψαριών που ζουν στα υφάλμυρα νερά καθώς και σε άλλους υδάτινους βιότοπους παραμένουν ανεκμετάλλευτα. Προκειμένου να επιτευχθεί οποιαδήποτε μορφής εκμετάλλευση, επιβάλλεται να γίνει διερεύνηση της υπάρχουσας αβιοτικής και βιοτικής κατάστασης των υφάλμυρων νερών. Η αλιευτική τους αξιοποίηση μπορεί να γίνει, όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν, με τους παρακάτω τρεις τρόπους.

Α. Βελτίωση των συνθηκών εκμετάλλευσης της υπάρχουσας ιχθυοπανίδας.

Β. Τεχνητός εμπλουτισμός με είδη μεγάλης ζήτησης.

Γ. Ανάπτυξη δυναμικών μορφών ιχθυοκαλλιέργειας.

Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση πρωτεϊνών έχει επιφέρει τα τελευταία χρόνια αλιευτική πίεση επί των ιχθυοαποθεμάτων. Η εξασφάλιση όμως συνεχούς αλιεύματος δηλαδή η λήψη του μέγιστου πλεονάσματος, ώστε το σύστημα να βρίσκεται σε ισορροπία, απαιτεί τη γνώση της βιολογίας των ειδών και την ορθολογική διαχείριση του ιχθυοαποθέματος.

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η γνώση της βιολογίας και ιδιαίτερα μελέτη της ανάπτυξης και της ηλικιακής αύξησης του είδους *Anguilla anguilla* L., στη

λιμνοθάλασσα της Ροδιάς του Αμβρακικού Κόλπου, περιοχή με έντονη αλιευτική δραστηριότητα στην οποία το είδος αυτό αποτελεί ένα από τα επικρατέστερα αλιεύματα. Επίσης δίνεται το μέτρο του πραγματικού ετήσιου ρυθμού αύξησης γεγονός που οφείλεται στο ότι χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του τα μήκη που αντιστοιχούν σε κάθε συμπληρωμένο ετήσιο δακτύλιο (αναδρομικός υπολογισμός του μήκους).

Η μελέτη της αύξησης παρέχει βασικές παραμέτρους που είναι απαραίτητες στην εφαρμογή των αναλυτικών μοντέλων προκειμένου να εκτιμηθεί η κατάσταση του ιχθυοποθέματος. Τα συνήθη μοντέλα εκτίμησης της κατάστασης του ιχθυοποθέματος εφαρμόζονται με βάση ότι ισχύουν ορισμένες προϋποθέσεις. Μία από αυτές είναι η σταθερότητα του αριθμού των νεοεισερχόμενων ατόμων στην αλιεύσιμη φάση.

Αξιόλογο ρόλο παίζει επίσης το είδος στη διατήρηση της ισορροπίας του οικολογικού περιβάλλοντος της λιμνοθάλασσας της Ροδιάς στον Αμβρακικό Κόλπο εξαιτίας της θέσης που κατέχει στην τροφική αλυσίδα. Αυτό προκύπτει από τη σταθερή ποσοστιαία συμμετοχή του είδους *Anguilla anguilla* L., στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς του Αμβρακικού Κόλπου. Η οποιαδήποτε μείωση ή η εξάλειψή του είδους αυτού που θα προέρχονταν από οποιαδήποτε αιτία, θα μπορούσε να προκαλέσει ανατροπή της βιολογικής ισορροπίας του ιχθυοπληθυσμού του με άγνωστες επιπτώσεις. Τ' αποτελέσματα της μελέτης αυτής θα μπορούσαν επίσης να συμβάλλουν στη λύση προβλημάτων που αναφέρονται στην εποχή αλιείας του είδους αυτού, στο διαμέτρημα των διχτύων αλιείας του κ.λ.π., με σκοπό την αποδοτικότερη εκμετάλλευσή του.

1.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ – ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Τα χέλια του είδους *Anguilla anguilla* L., είναι γνωστά σαν Ευρωπαϊκά χέλια και ανήκουν στο γένος *Anguilla* το οποίο ταξινομείται ως εξής:

Κλάση: Teleostomi

Υποκλάση: Actinopterygii

Τάξη: Anguilliformes

Υποτάξη: Anguilloidei

Οικογένεια: Anguillidae (Gen. Zool. 1803)

Τα είδη του γένους *Anguilla*, της οικογένειας Anguillidae, έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά με τα περισσότερα από τα είδη τα οποία ανήκουν στην τάξη Anguilliformes. Τα κοινά αυτά χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

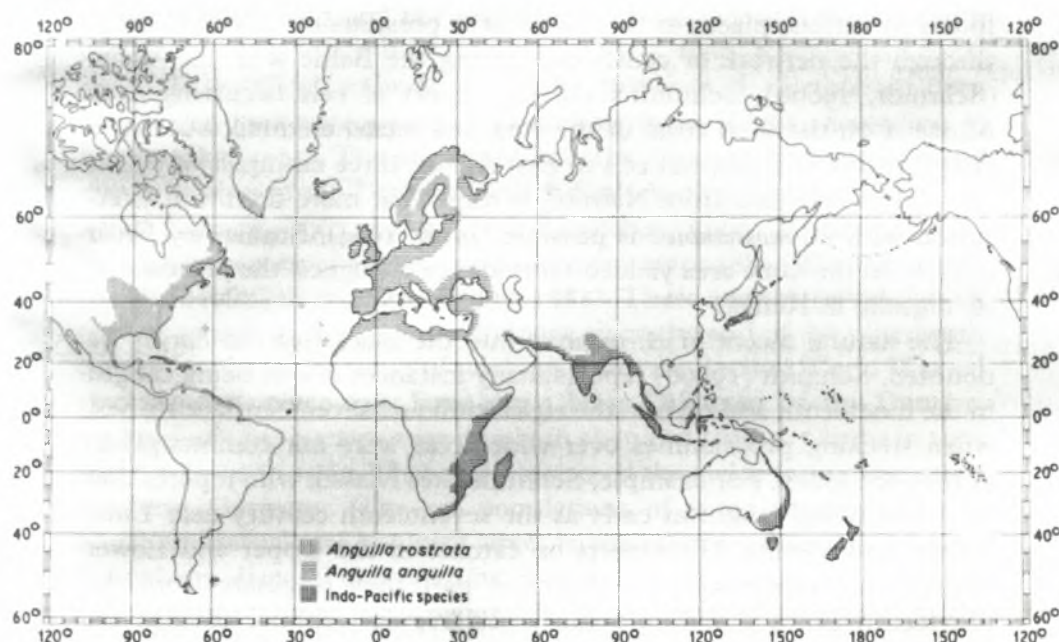
- Η νυκτική κύστη είναι συνδεδεμένη με την υπογάστρια κοιλότητα με έναν αγωγό.
- Τα λέπια είναι κυκλικά μακρόστενα
- Δόντια στο πάνω σαγόνι
- Τα βράγχια έχουν στενό άνοιγμα
- Τα ραχιαίο, ουραίο και κοιλιακό πτερύγια είναι ενωμένα
- Το θωρακικό πτερύγιο αποτελείται από 7 – 9 ακτίνες
- Η κάτω σιαγόνα βρίσκεται πιο μπροστά συγκριτικά με την επάνω σιαγόνα
- Τα δόντια είναι μικρά και τοποθετημένα σε σειρές τόσο στις σιαγόνες όσο και στον ουρανίσκο
- Έχουν γλώσσα και τα χείλια τους είναι λεπτά (Berg 1958)

Το γένος *Anguilla* περιλαμβάνει 17 είδη, τα ονόματα και η κατανομή των οποίων φαίνεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1	
Είδη του γένους <i>Anguilla</i> και η κατανομή τους	
Είδη	Γεωγραφική κατανομή
<i>A. anguilla</i>	Ευρώπη, Ισλανδία, Βόρεια Αφρική
<i>A. australis</i>	Αυστραλία, Νησιά Όκλαντ, Νέα Ζηλανδία
<i>A. bengalensis</i>	Ινδικός Ωκεανός
<i>A. bicolor</i>	Φιλιππίνες, Νέα Γουινέα
<i>A. borensis</i>	Βόρνεο
<i>A. celebesensis</i>	Φιλιππίνες, Δυτική Γουινέα
<i>A. dieffenbachi</i>	Αυστραλία, Νησιά Όκλαντ, Νέα Ζηλανδία
<i>A. interioris</i>	Ανατολική Νέα Γουινέα
<i>A. japonica</i>	Κίνα, Ιαπωνία
<i>A. marmorata</i>	Ινδικός Ωκεανός, Νότια Νέα Γουινέα, Νέα Καληδονία
<i>A. megastomata</i>	Νέα Καληδονία, Ανατολική Πολυνησία, Νησιά Φίτζι, Σαμόα, Ταϊτή
<i>A. mossambica</i>	Ινδικός Ωκεανός, Ανατολική Νότια Αφρική, Μαδαγασκάρη
<i>A. nebulosa</i>	Ινδικός Ωκεανός, Ινδία, Μπούρμα
<i>A. obscura</i>	Αυστραλία, Νέα Γουινέα, Ανατολικές Ινδίες, Ανατολική Πολυνησία, Νησιά Φίτζι, Σαμόα, Ταϊτή
<i>A. pacifica</i>	Ανατολικός Ειρηνικός
<i>A. reinhardti</i>	Αυστραλία, Νέα Καληδονία
<i>A. rostrata</i>	Βόρεια Αμερική
Πηγή: Sinha & Jones 1975	

1.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ – ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Η γεωγραφική κατανομή του Ευρωπαϊκού χελιού *Anguilla anguilla* L. μετά το στάδιο της μεταμόρφωσης φαίνεται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1

Υπάρχει μία εκτεταμένη περιοχή στα νότια στην οποία υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί με χέλια (Schmidt 1909). Τα Κανάρια νησιά είναι το πιο νότιο σημείο μέχρι στιγμής, στο οποίο έχουν πιαστεί χέλια. Τα δυτικά όρια της διασποράς των χελιών φτάνουν μέχρι τις δυτικές ακτές της Ευρώπης και της Βόρειας Αφρικής, ενώ τα ανατολικά φτάνουν μέχρι τη Μεσόγειο και τη διώρυγα του Σουέζ. Οι βόρειες ακτές της Ευρώπης είναι το βορειότερο όριο στο οποίο παρατηρείται η εξάπλωση του Ευρωπαϊκού χελιού.

Η ευρεία διασπορά του Ευρωπαϊκού χελιού ξεκινά με τη την μετανάστευση των λεπτοκέφαλων. Αυτές οι λάρβες μεταφέρονται με το Ατλαντικό επιφανειακό ρεύμα, το οποίο μετακινείται από τη θάλασσα των Σαργασσών, όπως το ρεύμα του κόλπου, και στη συνέχεια γίνεται το βόρειο Ατλαντικό ρεύμα και φτάνει στην Ισλανδία και νότια στη Μεσόγειο. Οι λεπτοκέφαλοι μέσω του στενού του Γιβραλτάρ

εισβάλλουν στις ακτές της Ισπανίας, της Γαλλίας, της Ελλάδας, της Ιταλίας και της Βόρειας Αφρικής καθώς και εν τέλει στη Μαύρη Θάλασσα. Αυτή η εξάπλωση έχει επεκταθεί μέχρι τα βόρεια Ατλαντικά νησιά, κατά μήκος των ακτών της δυτικής Ευρώπης από τα βόρεια μέχρι νότια στη Μεσόγειο (Psinha & Jones 1975).

Τα δύο πρώτα χρόνια της ζωής τους οι λεπτοκέφαλοι μετακινούνται από τον δυτικό Ατλαντικό σε βορειο-ανατολική κατεύθυνση. Στις αρχές του τρίτου χρόνου φτάνουν στην Δυτική Ευρώπη και ένα πολύ μεγάλο μέρος τους εισέρχεται στη Μεσόγειο. Η μεταμόρφωση συμβαίνει ακριβώς πριν φτάσουν στις ακτές, και οι λεπτοκέφαλοι αλλάζουν μορφή. Το σώμα τους γίνεται κυλινδρικό και χάνουν μεγάλες ποσότητες νερού γεγονός που μειώνει το βάρος τους στο 1/10 του βάρους που είχαν οι λεπτοκέφαλοι. Τα χέλια τώρα έχουν μετατραπεί σε γυαλόχελα και αρχίζουν να τρέφονται και να βάζουν βάρος. Η μετανάστευση συνεχίζεται συνεχίζεται μέχρι την είσοδο των χελιών στη Μεσόγειο. Ο χρόνος άφιξης στις ακτές ποικίλει από περιοχή σε περιοχή (Strubberg 1923). Ο πίνακας 2 δείχνει τους χρόνους άφιξης των χελιών στη Μεσόγειο και στην Αδριατική.

Πίνακας 2	
Χρόνος άφιξης των χελιών στη Μεσόγειο και στην Αδριατική	
Περιοχή	Χρόνος Άφιξης
Ακτές της Βαλένθια στην Ισπανία	Οκτώβριος – Μάρτιος
Ακτές της Μαγιόρκα	Σεπτέμβριος – Μάιος
Νότιες ακτές της Γαλλίας	Ιανουάριος – Μάρτιος
Δυτικές ακτές της Ιταλίας	Νοέμβριος – Μάρτιος
Ελλάδα (Δυτικές ακτές της Πελοποννήσου)	Φεβρουάριος – Απρίλιος
Ελλάδα (Κόλπος του Ελούσι)	Δεκέμβριος – Μάιος
Λίμνες της Τυνησίας	Ιανουάριος – Φεβρουάριος
Νείλος	Οκτώβριος – Δεκέμβριος, Μάιος – Ιούλιος
Λίμνες Λεσίνα και Βαράνο στη Νότια Αδριατική	Οκτώβριος – Δεκέμβριος
Λίμνη Βράνα στη Δαλματία	Μάρτιος
Κομάτσιο στη Βόρεια Αδριατική	Φεβρουάριος – Απρίλιος
Πηγή: D' Ancona 1940	

Από τον πίνακα 2 φαίνεται ότι στην Ελλάδα τα χέλια εισέρχονται τους μήνες Φεβρουάριο – Απρίλιο στις δυτικές ακτές της Πελοποννήσου και τους μήνες Δεκέμβριο – Μάιο στον Κόλπο του Ελούσι. Στη Μεσόγειο τα χέλια εισέρχονται σε μεγάλο μέγεθος συγκριτικά με τα χέλια που εισέρχονται σε άλλες περιοχές (Psinha & Jones 1975). Αυτό επίσης συμβαίνει και για τα χέλια τα οποία φτάνουν σε πιο βόρειες περιοχές, στα ανατολικά της Βαλτικής και στη Φιλανδία, όπου βρέθηκαν χέλια τα οποία στην άφιξή τους στα γλυκά νερά είχαν μέγεθος 33 – 48cm (Trybom & Schneider 1908).

Από έρευνες που έγιναν σχετικά με τα φύλα των χελιών που βρίσκονται στα γλυκά νερά, βρέθηκε ότι τα αρσενικά χέλια προτιμούν να βρίσκονται σε υφάλμυρα νερά, λιμνοθάλασσες, ενώ τα θηλυκά προτιμούν να βρίσκονται σε γλυκά νερά (Psinha & Jones 1975).

1.4 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η δειγματοληψία της έρευνας πραγματοποιήθηκε στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς του Αμβρακικού Κόλπου η οποία αποτελεί μία από τις τρεις μεγαλύτερες λιμνοθάλασσες στο Βόρειο τμήμα του Κόλπου. Η λιμνοθάλασσα της Ροδιάς, συνορεύει με την λιμνοθάλασσα Τσουκαλιό και έχει έκταση 28.300 στρέμματα. (Αρβανίτης. Κ. και συν., 1990).

1.4.1 Αμβρακικός Κόλπος

Ο Αμβρακικός Κόλπος είναι ο μεγαλύτερος Κόλπος της Βορειοδυτικής Ελλάδας (Εικόνα 2). Καλύπτει 405Km και οι λιμνοθάλασσες κατά μήκος της ακτογραμμής που καταλαμβάνουν συνολικά έκταση 60 Km² ([http¹](http)). Στην ουσία είναι μία κλειστή λεκάνη, της οποίας η μοναδική διόδος επικοινωνίας με το Ιόνιο Πέλαγος, είναι ένα στενό κανάλι 600μ πλάτους και 5m βάθους, μέσω του οποίου ανανεώνονται τα νερά του Κόλπου με πολύ αργό ρυθμό, με μία διαδικασία που ολοκληρώνεται μέσα σε ένα χρόνο.



Εικόνα 2

Ο Κόλπος είναι μία θερμή και πλούσια θάλασσα, που βρίσκεται μεταξύ της Νότιας Ηπείρου και της Βόρειας Αιτωλοακαρνανίας. Οι νομοί που τον περιβάλλουν είναι ο νομός Πρέβεζας από τα Δυτικά, ο νομός Άρτας από τα Βόρεια και ο νομός Αιτωλοακαρνανίας από τα Ανατολικά και τα Νότια ([http²](http://)). Η τοπογραφία αποτελείται από τρία βραχώδη βουνά ανάμεσα στις λιμνοθάλασσες και η περιοχή περιτριγυρίζεται από βουνά στην βόρεια και ανατολική πλευρά (Hellenic Ornithological Society 1994 - 2000). Περιβάλλεται από γόνιμες πεδιάδες, λιμνοθάλασσες και βάλτους. Ο Αμβρακικός είναι ένας υγρότοπος Διεθνούς σημασίας και μία επιφάνεια 250.000 στρεμμάτων προστατεύεται από τη συνθήκη Ramsar.

Στα Βόρεια ο υγρότοπος του Κόλπου βρίσκεται ανάμεσα στις εκβολές δύο μεγάλων ποταμών του Λούρου και του Αράχθου, οι οποίοι με τις ιζηματογενείς αποθέσεις συνδυασμένες με τις ανθρωπογενείς επιδράσεις, δημιούργησαν ένα μοναδικό μωσαϊκό από ρηχές λιμνοθάλασσες, αλμυρά έλη και βάλτους.

Στα Νότια, οι όχθες του Κόλπου είναι βραχώδεις και το βάθος του νερού είναι μεγαλύτερο. Στα Νοτιοανατολικά, είναι ο κόλπος της Αμφιλοχίας, ο οποίος δυστυχώς είναι μολυσμένος από τα αστικά απόβλητα. Η παρουσία του φυτοπλαγκτού και του ζωοπλαγκτού αποδεικνύει ότι η λεκάνη είναι ποσοτικά πιο πλούσια, αλλά ποιοτικά πιο φτωχή συγκριτικά με άλλες παρόμοιες περιοχές της Ελλάδας ([http²](#)). Οι υγρότοποι του Αμβρακικού Κόλπου αποτελούν ένα πολύπλοκο οικοσύστημα το οποίο αποτελείται από τα ρηχά θαλάσσια νερά του Κόλπου. Υπάρχουν τρεις κύριες λιμνοθάλασσες στα Βόρεια, (Ροδιά, Τσουκαλιό και Λογαρού) και μερικές μικρότερες κατά μήκος της συνολικής ακτής του κόλπου ([http¹](#)).

Η πλευρά του Κόλπου με τις πιο ενδιαφέρουσες μορφολογικές και οικολογικές όψεις είναι η Βόρεια, επειδή σχηματίζει πολυάριθμες λιμνοθάλασσες όπως οι λιμνοθάλασσες: Τσουκαλιό, Ροδιά, Λογαρού, Άργιλος, Κόφτρα, Παλιομπούκα στην Άρτα, Τσόπελι, Μάζομα, Πογονίτσα, Βαθύ στην Πρέβεζα, Κατάφουρκο και Βόνιτσα στην Αιτωλοακαρνανία και οι λίμνες Σαλτίνι και Βουλκαρία στην Αιτωλοακαρνανία. Αυτές οι λιμνοθάλασσες με τη σταθερή ανταλλαγή στη δομή ξηράς και θάλασσας, παρέχουν ένα καταφύγιο για ένα μεγάλο αριθμό σπάνιων πουλιών ([http²](#)).

1.4.2 Λιμνοθάλασσα της Ροδιάς

Η λιμνοθάλασσα της Ροδιάς, στην οποία υπάρχει ένας από τους πιο σημαντικούς καλαμώνες της Ελλάδας, ένα μεταβλητό δίκτυο από δέντρα και θάμνους, μικρά δάση και κανάλια, είναι ένας από τους πιο σημαντικούς υγρότοπους τη διαχείριση πολλών υδρόβιων πουλιών, καθώς προσφέρει καταφύγιο σε πολλά είδη παπιών. Μερικά πολύ σπάνια είδη φωλιάζουν ή σταματούν εκεί κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης, όλα είδη που απειλούνται με εξαφάνιση και τα περισσότερα από αυτά προστατεύονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία ([http²](#)).

Η έκταση που καταλαμβάνει η λιμνοθάλασσα είναι 28.300 στρέμματα (Εικόνα 3). Η λιμνοθάλασσα της Ροδιάς ανήκει στον νομό της Άρτας και την εκμεταλλεύεται ο αλιευτικός συνεταιρισμός Ανέζας – Τσουκαλιό και η μέση ετήσια παραγωγή είναι 5 – 8 Kgr/στρεμ. Χαρακτηριστικό στοιχείο της λιμνοθάλασσας αποτελεί η αναγκαιότητα ενίσχυσης φυσικού αναχώματος μεταξύ λιμνοθάλασσας και κόλπου (λουρνησιδές) το οποίο υφίσταται την διαβρωτική δράση της θάλασσας με

αποτέλεσμα να απαιτείται η ενίσχυση του με επιχωματώσεις, γεγονός που προκάλεσε παλιότερα έντονες οικολογικές αντιδράσεις και από πλευράς ΕΟΚ λόγω του ότι στην λιμνοθάλασσα υπάρχει μία από τις τελευταίες απομείναντες αμιγείς αποικίες αργυροπελεκάνων (Αρβανίτης, Κ. και συν. 1990).



Εικόνα 3

1.4.3 Οικολογία Λιμνοθάλασσας

Υγρά λιβάδια από αλόφυτα της τάξης *Arthrocnemetalia* καλύπτουν μεγάλες περιοχές στους υγρότοπους. Η βλάστηση των αλόφυτων που αποτελείται από αντιπροσωπευτικά είδη από *Arthrocnemetalia*, *Halocnemum* και *Salicornia*, καλύπτουν μία αρκετά μεγάλη περιοχή. Αυτοί οι αλμυροί βάλτοι παρατηρούνται έντονα γύρω από τις περισσότερες γέφυρες και το δέλτα του ποταμού Αράχθου. Κοντά στους καλαμώνες αναπτύσσονται κυρίως τα είδη *Scirpetum maritimi*, *Nymphaea alba* και *Iris pseudacorus*. Επιμήκεις αμμοθίνες κατά μήκος της ακτής, πλούσιες σε σπασμένα κελύφη καλυμμένα από βλάστηση αλόφυτων βοηθούν στην ευδοκίμηση πολλών ειδών. Το παράκτιο δάσος, έκτασης 2,5 Km² στο διπλό δέλτα Λούρου – Αράχθου, περιέχει κυρίως φυτά των γενών *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus* και

Salix που αποτελούν τόπους κουρνιάσματος και αναπαραγωγής των Ερωδιών. Τα είδη επίσης *Pistacia lentiscus*, *Nerium oleander*, *Erica arborea* παρατηρούνται κυρίως στο νησάκι της Κορωνησίας ([http¹](http://)).

Όπως και οι άλλες λιμνοθάλασσες είναι πλούσιες σε πολλά είδη ψαριών και η ευρύτερη περιοχή χρησιμοποιείται για την εντατική εκτροφή πολλών ειδών ψαριών (Hellenic Ornithological Society 1994 - 2000).

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν επηρεάσει τη ροή των θρεπτικών, του οργανικού άνθρακα όπως και το επίπεδο των ιχνοστοιχείων και άλλων οργανικών υλικών στον Αμβρακικό Κόλπο. Τέτοιες αλλαγές μπορεί να έχουν τόσο θετικά (αύξηση της παραγωγικότητας) και όσο και αρνητικά αποτελέσματα (μείωση του οξυγόνου) στους ιχθυοπληθυσμούς και στους βενθικούς οργανισμούς του Αμβρακικού Κόλπου.

Οι μελέτες του φυτοπλαγκτού στο Αμβρακικό Κόλπο δείχνουν ότι υπάρχει υπερπαραγωγικότητα γεγονός που αποδεικνύεται από τις “παλίρροιας” που συμβαίνουν στη διάρκεια του χρόνου. Άλλες μελέτες βασισμένες στην ανάλυση της αφθονίας των βενθικών οργανισμών καθώς και στη βιοποικιλότητα των ειδών επιβεβαιώνουν την διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας στον Αμβρακικό Κόλπο, κυρίως στις περιοχές των λιμνοθαλασσών (Τσουκαλιό, Αυλερί, Ροδιά και Λογαρού). Πιο συγκεκριμένα στις λιμνοθάλασσες παρατηρείται μικρή βιοποικιλότητα ειδών (μόνο 64 είδη) στη διάρκεια των τεσσάρων εποχών του χρόνου.

Οι λόγοι αυτών των επιδράσεων σχετίζονται με την υπερπαραγωγικότητα των θρεπτικών που εισέρχονται στις λιμνοθάλασσες από την βόρεια πλευρά του Κόλπου, που παρατηρείται εντατική καλλιέργεια φυτών και υπερβολική χρήση λιπασμάτων και χημικών, σε συνδυασμό με την υπάρχουσα κατάσταση των λιμνοθαλασσών (ακραίος τύπος οικοσυστήματος που οφείλεται στη φυσιογραφία της λιμνοθάλασσας) (Papathanassiou E., *et al* 1997).

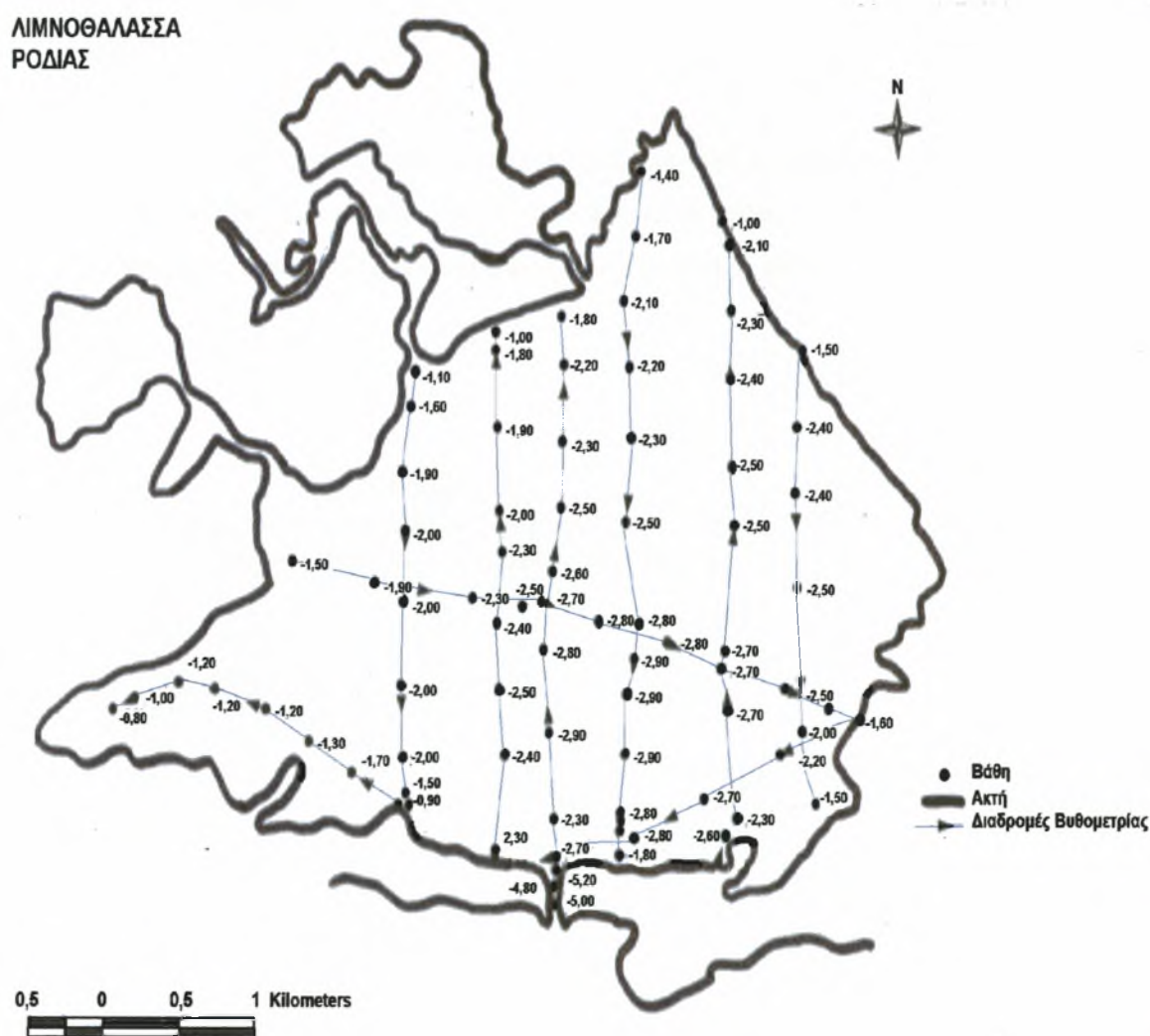
1.4.4. Υδρολογικά και κλιματικά στοιχεία λιμνοθάλασσας

Οι λιμνοθάλασσες και η παρόχθια βλάστηση λαμβάνουν νερό κυρίως από τα κατακρημνίσματα. Από το 1953, η ροή του ποταμού Λούρου έχει ρυθμιστεί από ένα υδροηλεκτρικό φράγμα. Από το 1980 ένα παρόμοιο φράγμα έχει κατασκευαστεί και στον ποταμό Άραχθο. Το κλίμα είναι μεσογειακού τύπου με ήπιους χειμώνες,

αυξημένες βροχοπτώσεις και ηλιοφάνεια. Η μέση τιμή της βροχόπτωσης κυμαίνεται από 868 – 1.193 mm κυρίως από τον Οκτώβριο έως το Μάρτιο (<http>¹).

1.4.5 Φυσικοχημικές ιδιότητες της λιμνοθάλασσας

Το μέγιστο βάθος της λιμνοθάλασσας είναι 2,9m με επικρατέστερα βάθη τα 2,5m (Ε.Τ.Α.Ν.Α.Μ) (Εικόνα 4).



Εικόνα 4

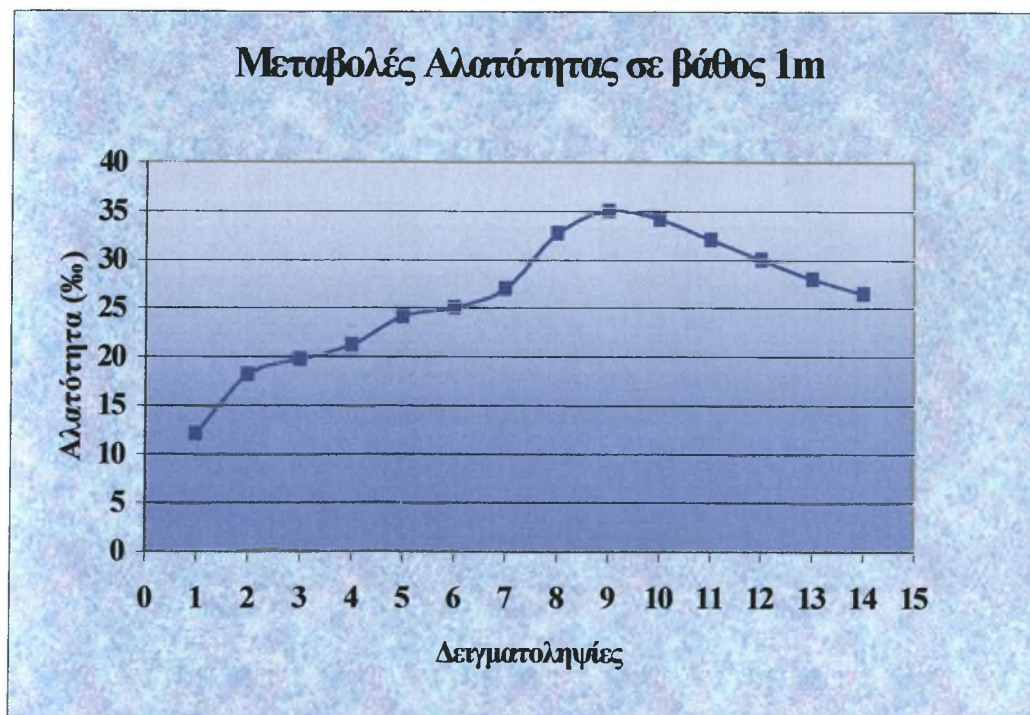
Οι τιμές του οξυγόνου, του pH, η κατάσταση του εδάφους, και οι μικροβιολογικοί παράμετροι στις εισόδους των ποταμών, στις λιμνοθάλασσες και στην θαλάσσια περιοχή κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα τόσο για

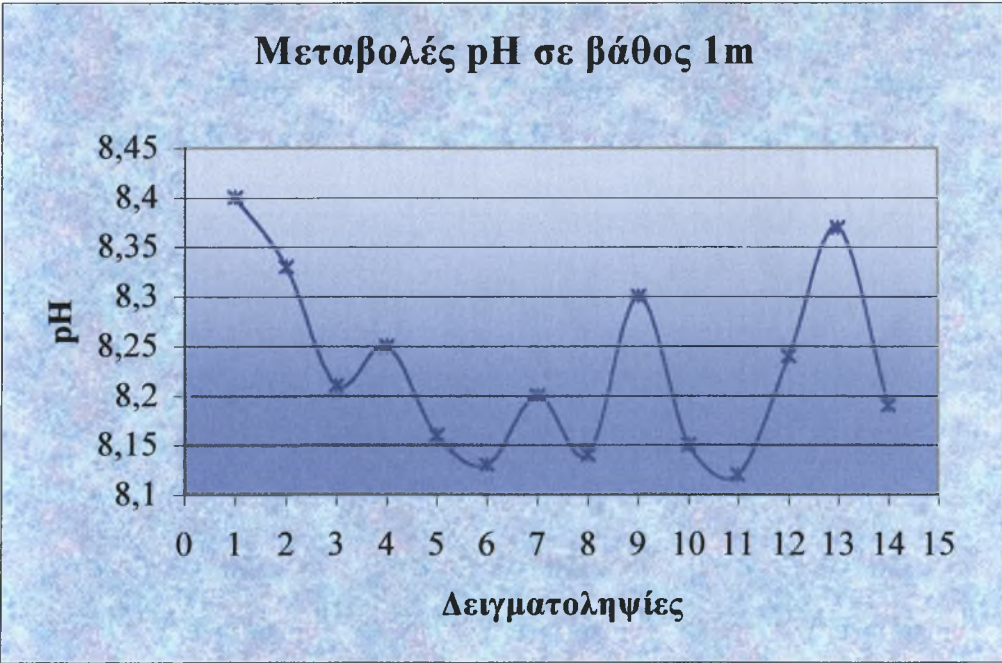
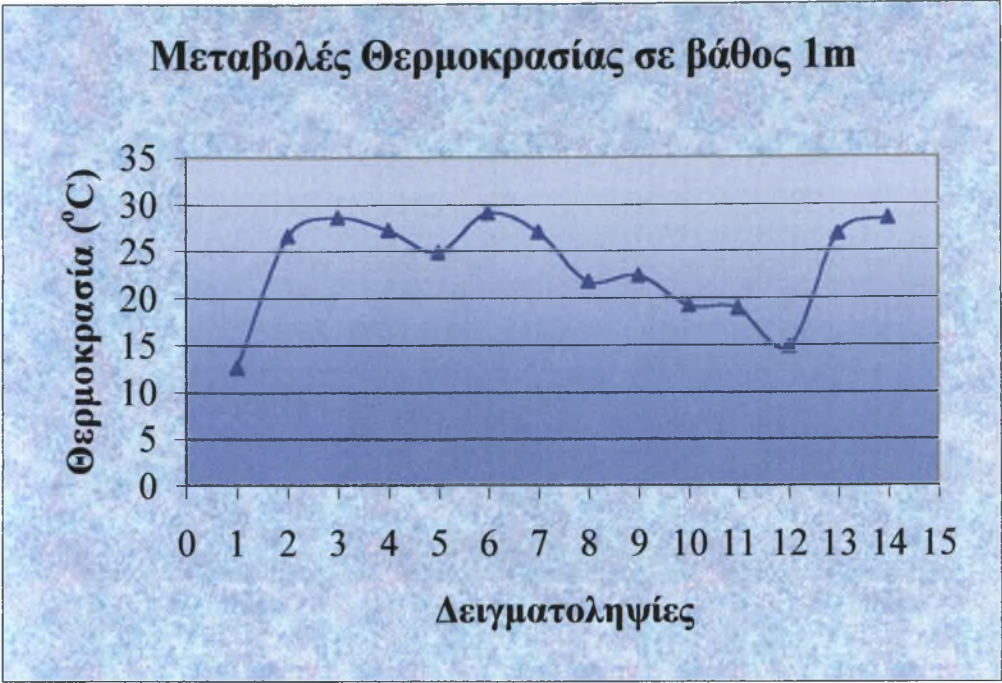
ιχθυοκαλλιέργειες όσο και για κολύμβηση (<http>¹). Η μέση θερμοκρασία του νερού είναι 23,1°C με ελάχιστη τιμή 12,6°C που παρατηρήθηκε τον μήνα Μάρτιο και μέγιστη 29,1°C που παρατηρήθηκε τον μήνα Ιούλιο. Η τιμή του οξυγόνου κυμαίνεται ανάλογα με την εποχή μεταξύ 3,92mg/lit τον μήνα του Ιουνίου και 8,95mg/lit τον μήνα Ιανουάριο και έχει μέση τιμή 6,41mg/lit. Η μέση τιμή του pH είναι 8,2 με ελάχιστη τιμή 8,12 τον μήνα Ιανουάριο και με μέγιστη τιμή 8,4 τον μήνα Μάρτιο και η μέση τιμή της αλατότητας είναι 24,5 με ελάχιστη τιμή 12,8 τον μήνα Μάρτιο και μέγιστη τιμή 35,4 τον μήνα Σεπτέμβριο (Δεκαπενθήμερες μετρήσεις 18/3/2000 – 11/7/2001, E.T.A.N.A.M).

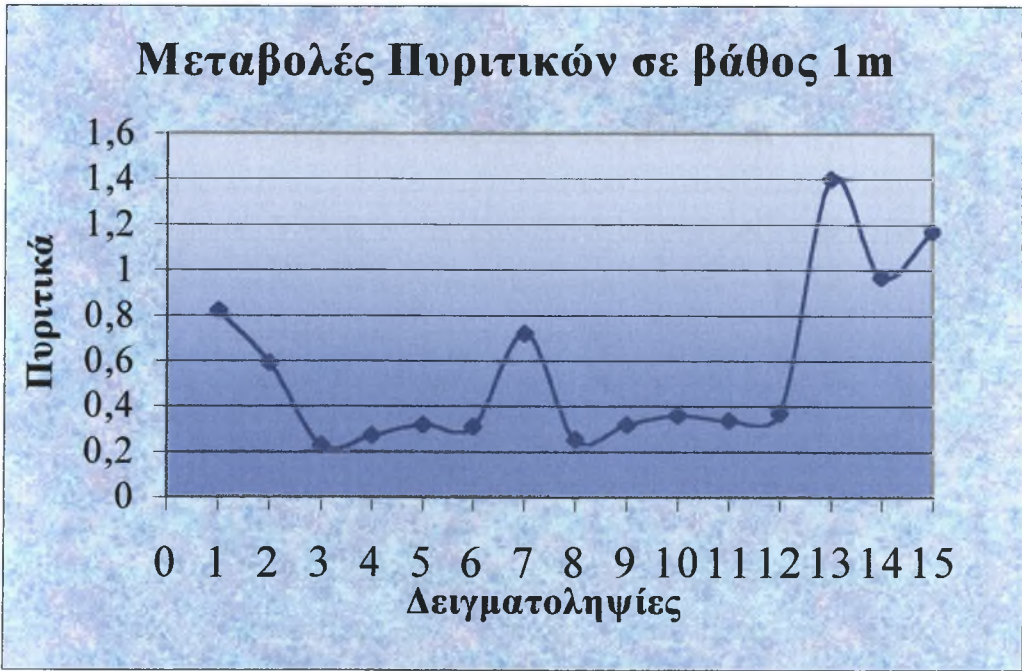
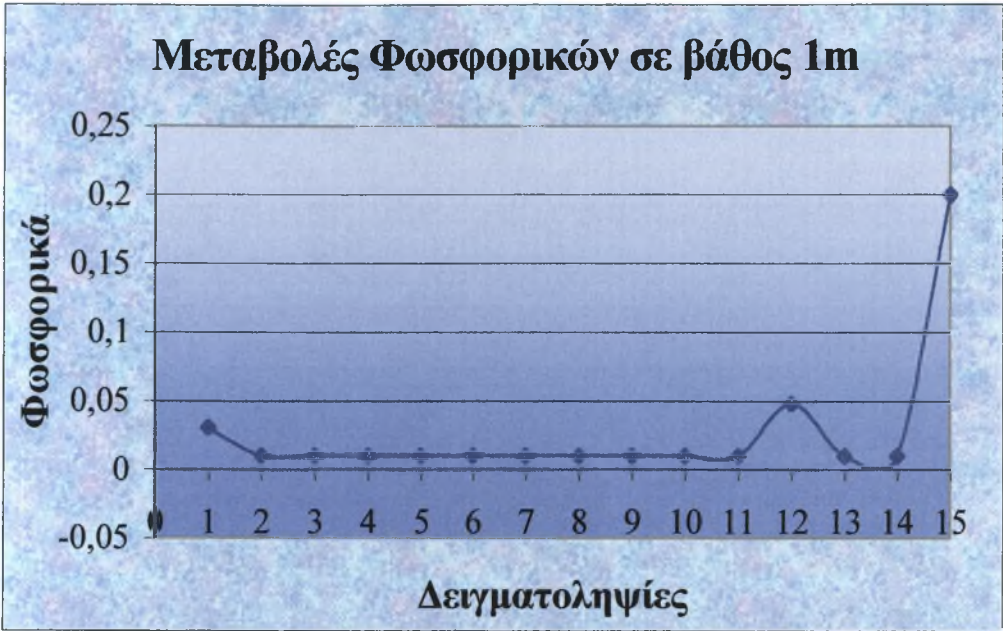
Στον παρακάτω πίνακα 3 φαίνονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων της λιμνοθάλασσας της Ροδιάς τον μήνα Ιούνιο που έγινε η δειγματοληψία, σε βάθος 1m και στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται οι μεταβολές τους.

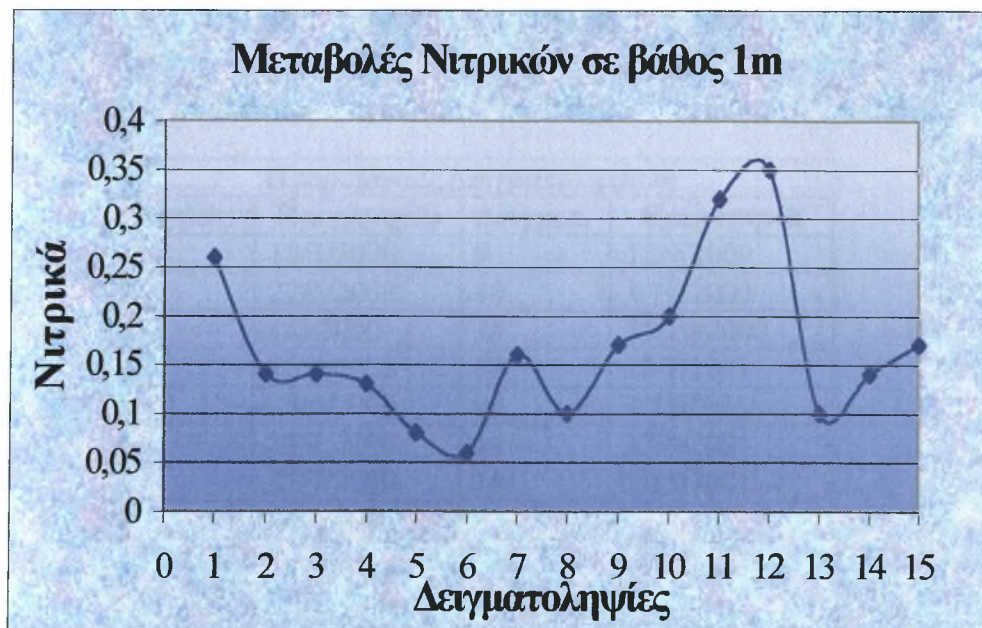
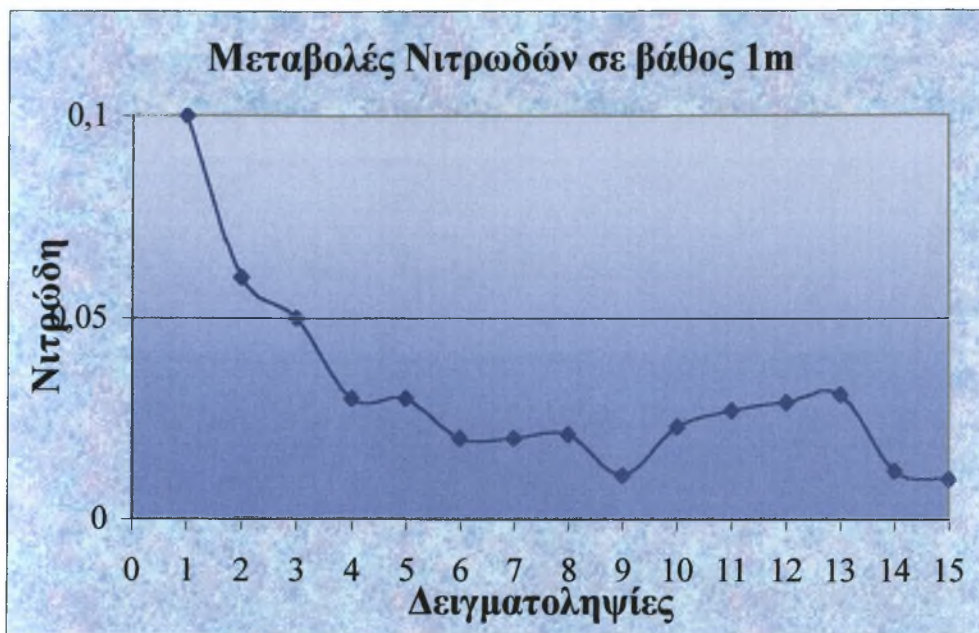
Πίνακας 3	
Τιμές φυσικοχημικών παραμέτρων τον μήνα Ιούνιο στην λιμνοθάλασσα της Ροδιάς	
Οξυγόνο	6,7 mg/lit
Αλατότητα	28 ‰
Θερμοκρασία	26,8 °C
pH	8,37
NO ₂	0,012 mg/lit
NO ₃	0,14 mg/lit
NH ₄	<0,2 mg/lit
PO ₄	<0,01 mg/lit
Si	0,97 mg/lit
Πηγή: E.T.A.N.A.M	

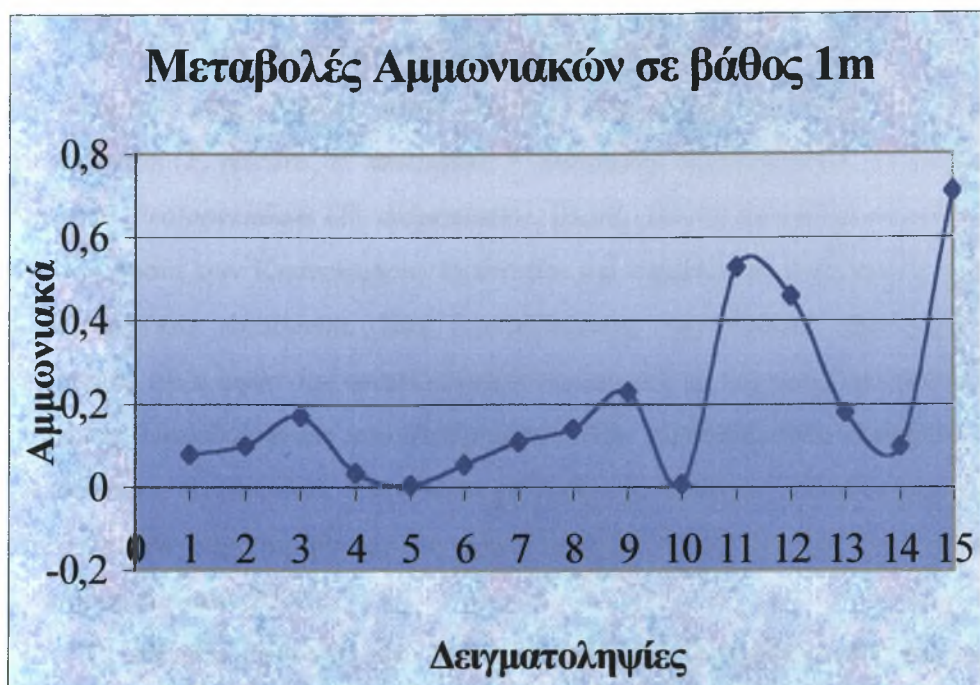
Μεταβολές Φυσικοχημικών Παραμέτρων στη Λιμνοθάλασσα της Ροδιάς σε βάθος 1m











Ημερομηνίες Δειγματοληψιών			
Δειγματ.	Ημερομηνία	Δειγματ.	Ημερομηνία
1	18/3/2000	9	12/9/2000
2	22/5/2000	10	3/10/2000
3	1/6/2000	11	31/10/2000
4	16/6/2000	12	18/1/2001
5	28/6/2000	13	7/3/2001
6	19/7/2000	14	27/6/2001
7	31/7/2000	15	11/7/2001
8	4/8/2000		

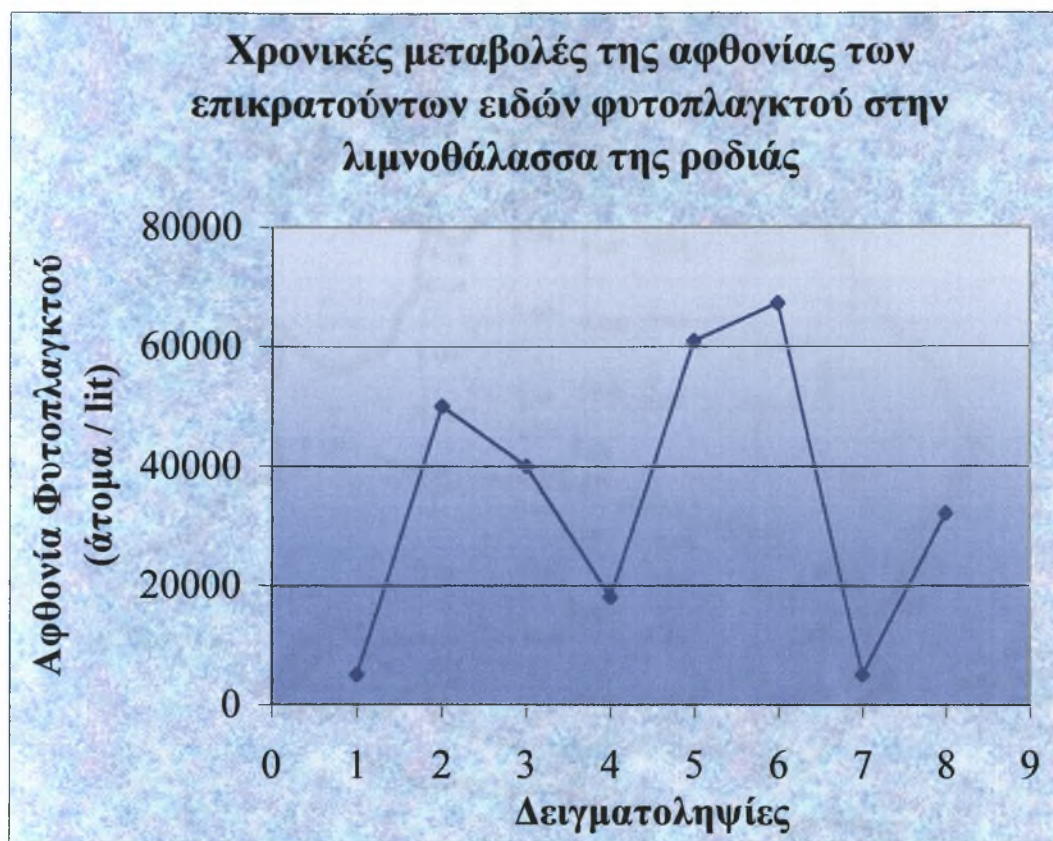
1.4.6. Αφθονία φυτοπλαγκτού στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς του Αμβρακικού Κόλπου

Τα είδη του φυτοπλαγκτού που επικρατούν στα δείγματα του νερού στην λιμνοθάλασσα της Ροδιάς είναι κυρίως Δινοφύκη και ανήκουν στα γένη *Prorocentrum* (*P. micans*, *P. maximum*, *P. minimum*), *Gymnodinium* (*G. sanguineum*, *G. sp*) και *Protoperidium* (*P. despressum*). Εκτός από τα δινοφύκη σημαντική είναι και η παρουσία των Κυανοφυκών. Πρόκειται για νηματοειδή κυανοφύκη του γένους *Gleotrichia* και *Anabaena*. Στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές αφθονίας φυτοπλαγκτού συγκριτικά με τις τιμές του φυτοπλαγκτού στις άλλες λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού, την λιμνοθάλασσα Λογαρού και την λιμνοθάλασσα Τσουκαλιό. Στην περιοχή δειγματοληψίας τα μέγιστα της αφθονίας φυτοπλαγκτού παρατηρήθηκαν το μήνα Ιούλιο (67,260 άτομα /lit) (Σχήμα 1), (Κουκάρας και συν. 2000).

Τα επίπεδα αφθονίας του φυτοπλαγκτού στις λιμνοθάλασσες της περιοχής, συγκριτικά με άλλα παρόμοια ενδιαιτήματα, είναι χαμηλά. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ωστόσο, και η παρουσία τοξικών ή δυνητικών μικροφυκών όπως είναι τα είδη *Prorocentrum minimum*, *Dinophysis acuminata*, *Chatonella sp.*, *Gymnodinium sanguineum* και *Pseudonitzschia sp.* (Hallegraf *et al.*, 1995). Η παρουσία σε υψηλά επίπεδα αφθονίας από τους συγκεκριμένους οργανισμούς μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στους υδρόβιους οργανισμούς και κυρίως στα ψάρια.

Στον πίνακα 4 φαίνονται οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών για την αφθονία των επικρατούντων ειδών φυτοπλαγκτού στη λιμνοθάλασσα.

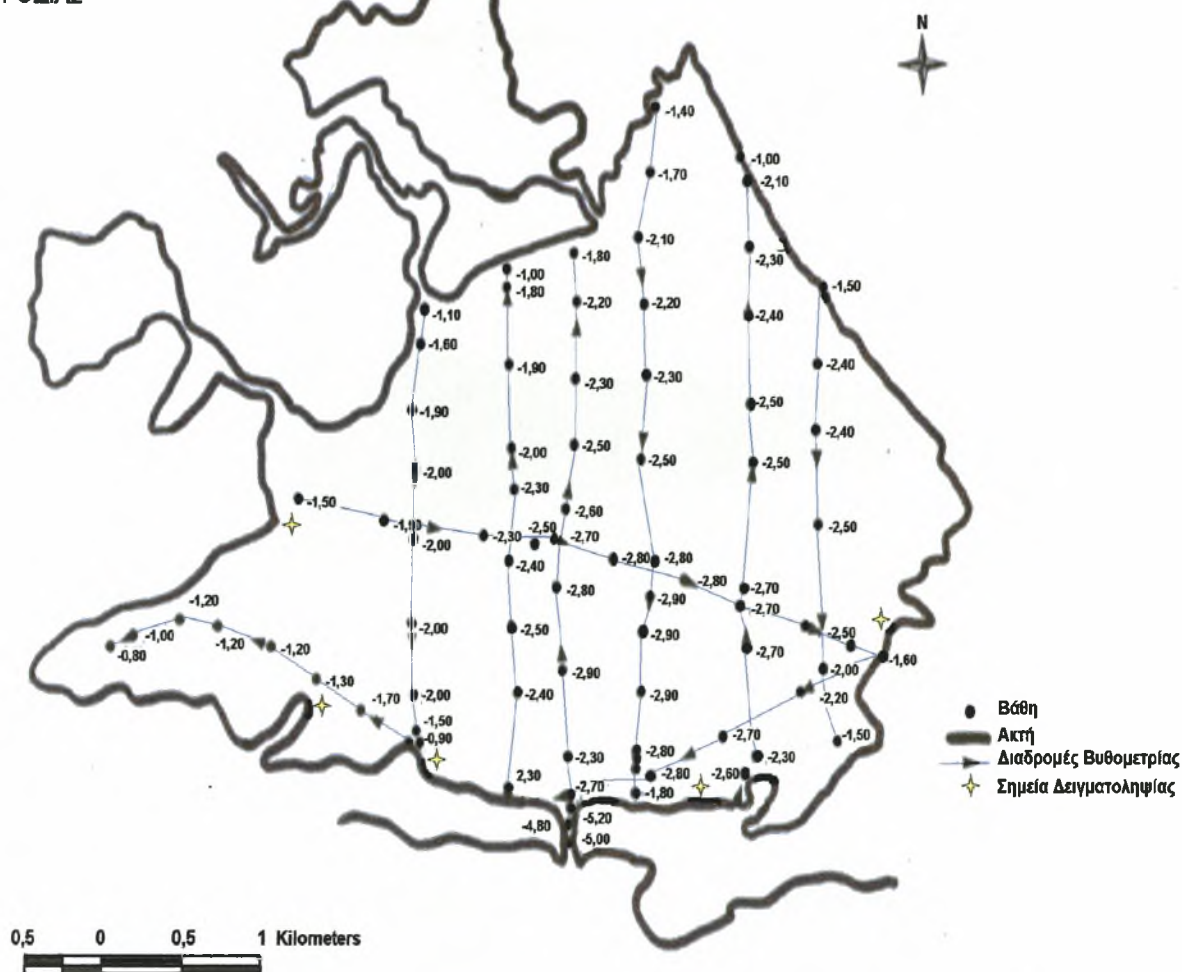
Πίνακας 4	
Ημερομηνίες Δειγματοληψιών	
1	18/3/2000
2	17/5/2000
3	1/6/2000
4	1/7/2000
5	16/7/2000
6	31/7/2000
7	1/8/2000
8	15/9/2000



Σχήμα 1

1.5 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

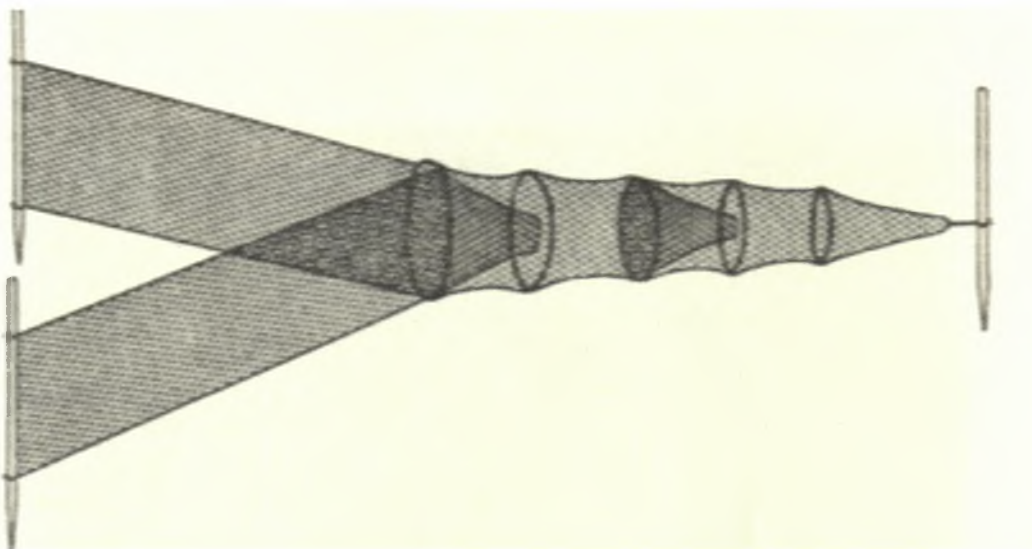
Η δειγματοληψία των χελιών πραγματοποιήθηκε τον μήνα Ιούνιο στη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς του Αμβρακικού Κόλπου. Για να γίνει η αλίευσή τους χρησιμοποιήθηκαν ειδικές παγίδες – δίχτυα που ονομάζονται βολκοί. Οι βολκοί τοποθετήθηκαν σε πέντε θέσεις δειγματοληψίας (Εικόνα 5) στο νότιο, ανατολικό και δυτικό τμήμα της λιμνοθάλασσας και σε βάθος περίπου 1m.



Εικόνα 5

Οι βολκοί είναι ένα σχετικά μικρό και φορητό είδος δίχτυου το οποίο λειτουργεί σύμφωνα με τη βασική αρχή που λειτουργούν και τα άλλα δίχτυα που έχουν μικρή είσοδο (Εικόνα 6). Το δίχτυ αυτό έχει έναν κάθετο άξονα, ο οποίος τοποθετείται στην ακτή της λιμνοθάλασσας και δύο άλλους που τοποθετούνται έτσι ώστε να σχηματίζουν χωνί συλλογής τοποθετημένο με φορά αντίθετη από τη φορά που κινούνται τα χέλια (Psinha & Jones 1975). Αρχικά βαμβάκι και άλλες φυσικές ίνες χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή αυτού του είδους δίχτυου, σήμερα όμως χρησιμοποιούνται συνθετικές ίνες και καλώδια τα οποία είναι πιο ανθεκτικά. (Brandt, 1961 & Oray 1968). Το πρώτο χροανοειδές δίχτυ έχει ένα σχετικά φαρδύ άνοιγμα και έχει στρογγυλή διατομή, ενώ το τελευταίο χροανοειδές δίχτυ σχηματίζει ένα πολύ στενό άνοιγμα, το οποίο οδηγεί στο τελευταίο τμήμα του δίχτυου (Brietenstein 1956),

από το οποίο τα χέλια είναι αδύνατο να δραπετεύσουν. Αντί για δύο, τρία χοανοειδή δίχτυα μπορεί να χρησιμοποιηθούν στους βολκούς. Ο αριθμός των στεφανιών που χρησιμοποιούνται στο σχηματισμό του βολκού μπορεί να ποικίλει από πέντε έως εφτά (Tesch 1977).



Εικόνα 6

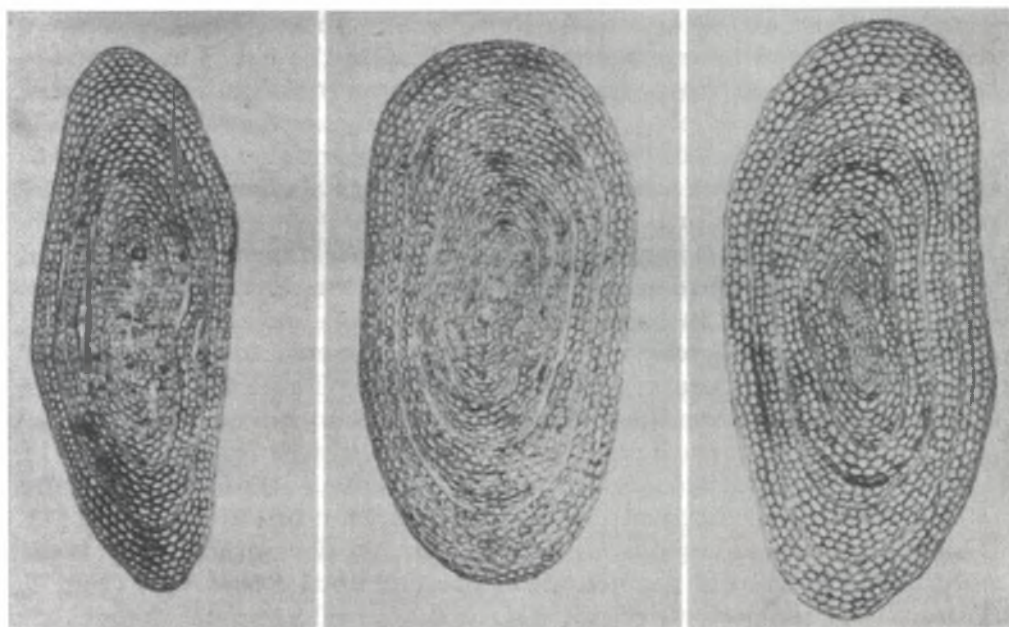
Οι βολκοί είναι πολύ χρήσιμα δίχτυα γιατί εκμεταλλεύονται την συνήθεια των χελιών να κολυμπούν κοντά στις ακτές της λιμνοθάλασσας. Το μήκος τους ποικίλει από 1,5 έως 2m και κάθετοι άξονες στήριξής τους από 2 έως 4m. Η διάμετρος του κυλινδρικού διχτυού μπορεί να ποικίλει από 0,5 έως και 0,75m αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και τα 2m όταν το μήκος του διχτυού φτάνει τα 10m ή και περισσότερο (Psinha & Jones 1975). Βολκοί επίσης οι οποίοι έχουν δίχτυα παγίδευσης των χελιών που είναι συνεχόμενα αποτελούν παγίδες που έχουν είσοδο από δύο διαφορετικές και αντίθετες κατευθύνσεις (Bobzin 1966).

1.5.1 Δείγμα χελιών και λήψη βιολογικών στοιχείων

Μετά την ολοκλήρωση της δειγματοληψίας περισυλλέχθηκαν 300 άτομα χελιών, το βάρος των οποίων κυμαινόταν από 8 έως 227gr και το μήκος τους από 17 έως 52cm, αντίστοιχα. Τα 300 αυτά χέλια συντηρήθηκαν σε καταψύκτη μέσα σε νάυλον σακούλες για έναν περίπου μήνα, μέχρι να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις.

Τα στοιχεία τα οποία ελήφθησαν από κάθε άτομο του δείγματος ήταν το ολικό μήκος, το πλάτος του σώματος, το συνολικό και καθαρό σωματικό βάρος, το βάρος και το μήκος του στομάχου.

Από το κρανίο των χελιών αφαιρέθηκαν οι ωτόλιθοι με τη ερμηνεία των οποίων έγινε ο προσδιορισμός της ηλικίας. Επίσης έγινε αφαίρεση των βραγχιακών επικαλυμμάτων και λεπιών (Εικόνα 7).



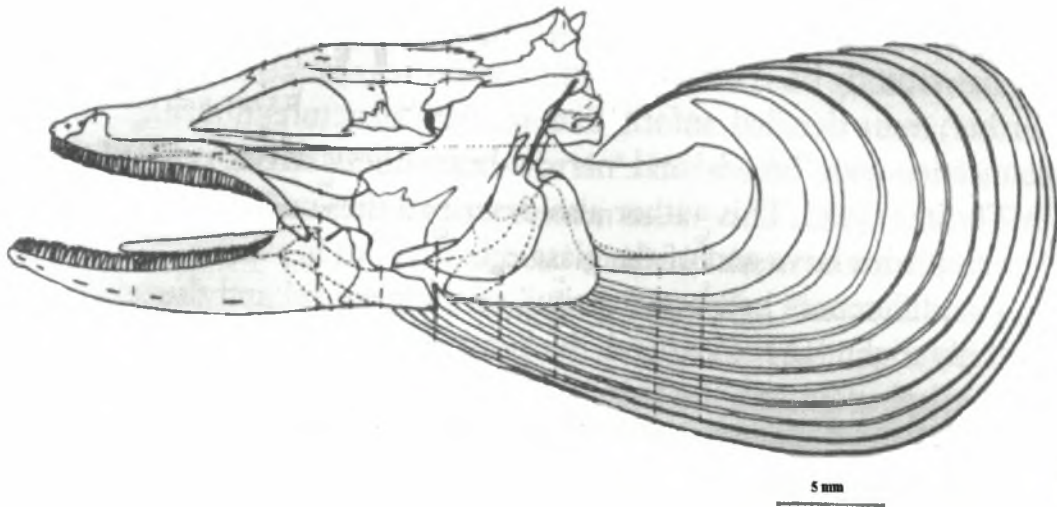
Εικόνα 7

Η θέση από την οποία αφαιρέθηκαν τα λέπια φαίνεται στην εικόνα 8.



Εικόνα 8

Ο καθαρισμός των λεπιών έγινε με τη χρησιμοποίηση του ενζύμου θρυψίνη σε διάλυση και η απαλλαγή των βραγχιακών επικαλυμμάτων από τα διάφορα μαλακά μέρη που φέρουν, έγινε με τοποθέτησή τους για λίγα λεπτά μέσα σε ζεστό νερό 90°C (Εικόνα 9).



Εικόνα 9

Τα λέπια και τα βραγχιακά επικαλύμματα χρησιμοποιήθηκαν μόνο για επαλήθευση του αποτελέσματος που προέκυψε από την ερμηνεία των ωτόλιθων αφού δεν δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα στον προσδιορισμό της ηλικίας του χελιού, γεγονός που δεν επιτρέπει τη στήριξη της έρευνας στην ερμηνεία τους.

ΚΕΦ. 2. ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ



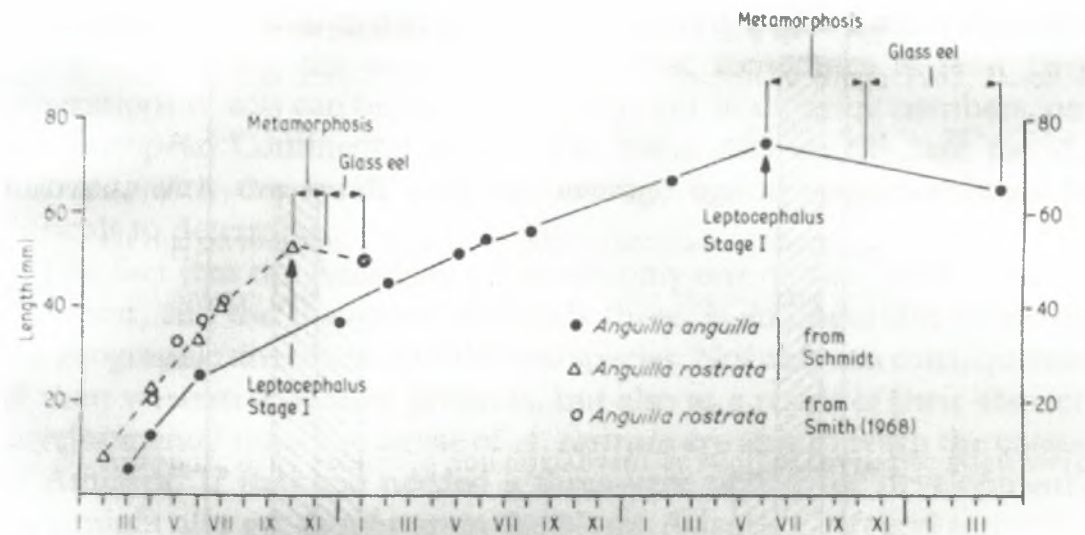
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1.1 Προβλήματα Μεθοδολογίας

Το γένος *Anguilla* παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της ηλικίας των χελιών (Chugunova 1963, Bagenal & Tesch 1977). Τα προβλήματα αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

Είναι ασυνήθιστο γεγονός ότι ο κύκλος ζωής των χελιών αποτελείται από δύο εντελώς διαφορετικές φάσεις: Την ωκεάνια φάση της λάρβας και την ηπειρωτική φάση, η οποία συχνά λανθασμένα αναφέρεται σαν “φάση των γλυκών νερών” (Tesch 1977).

Η διάρκεια της φάσης της λάρβας έχει διαφορετική διάρκεια στα διάφορα είδη χελιών. Στο ευρωπαϊκό χέλι, *Anguilla anguilla* L., στο οποίο αναφέρεται αυτή η μελέτη η διάρκεια της φάσης της λάρβας διαρκεί μέχρι δύομισι χρόνια (Schmidt, 1923 & Smith 1968) (Σχήμα 2).



Σχήμα 2

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία των ωτολίθων για την μελέτη της ηλικίας και της ανάπτυξης των χελιών έχουν συζητηθεί από τους Möller - Christensen 1964, Moriarty 1973 & 1977 και Deelder 1975. Οι ωτόλιθοι που

διατηρούνται σε νερό παρέχουν μία ακριβή ένδειξη της ηλικίας του χελιού (Smith 1968).

Μία επιπλέον περιπλοκή στη έρευνα της ηλικία και της ανάπτυξης των χελιών δημιουργείται από το γεγονός ότι τα λέπια πρωτοεμφανίζονται όταν το χέλι είναι σχετικά μεγάλο. Σύμφωνα με τους Opuszynski (1965) και Matsui (1952) το είδος *A. anguilla* μέχρι το μήκος των 15 – 17 cm δεν έχουν εμφανίσει λέπια.

Η ηλικία της πρωτοεμφάνισης των λεπιών μπορεί να υπολογιστεί καλύτερα συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από τη μελέτη των λεπιών με αυτά της μελέτης των ωτολίθων. Από έρευνες στο Ευρωπαϊκό χέλι *A. anguilla* της κεντρικής Ευρώπης από πολλούς συγγραφείς προέκυψε ότι τα χέλια του είδους αυτού αρχίζουν να σχηματίζουν τα λέπια τους στην ηλικία των τριών ετών (Ehrenbaum & Marukawa 1914, Nordquist & Alm 1920, Rasmussesn 1952, Rahn 1955a), στη Δανία ο σχηματισμός των λεπιών αρχίζει σε ηλικία δύο ετών (Opuszynsky 1965) και στις περιοχές της Αγγλίας και της Γερμανίας τα χέλια του ίδιου είδους αρχίζουν να σχηματίζουν τα λέπια τους σε ηλικία τεσσάρων ετών (Marcus 1919).

Για τους λόγους αυτούς, τα λέπια είναι χρήσιμα μόνο όταν χρησιμοποιούνται σαν μία πρώτη διαδικασία προσέγγισης στον υπολογισμό της ηλικίας. Σε καμία περίπτωση τα λέπια δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του ανάδρομου μήκους των χελιών στα προηγούμενα χρόνια της ζωής τους. Για τον υπολογισμό του ανάδρομου μήκους χρησιμοποιούνται οι ωτόλιθοι, που είναι μέθοδος που δεν παρουσιάζει προβλήματα (Matsui 1952, Pantulu & Singh 1962, Penaz & Tesch 1970) και δίνει με μεγάλη ακρίβεια την ακριβή ηλικία των χελιών συμπεριλαμβανομένης και της φάσης της λάρβας.

Οι ομόκεντροι κύκλοι των ωτολίθων αποτελούν ένδειξη περιοδικότητας στη ζωή των χελιών που ζουν τόσο σε τροπικές όσο και σε εύκρατες ζώνες.

2.1.2 Διαφορές στην ανάπτυξη που οφείλονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την ατομική ανάπτυξη σε όλα τα μέλη ενός πληθυσμού είναι η πυκνότητα του πληθυσμού, η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα της τροφής στην περιοχή που εξετάζεται.

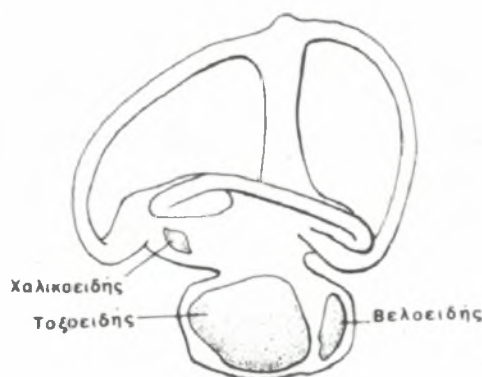
Σε λίμνες όπου τα χέλια τρέφονταν κυρίως με ψάρια ο ρυθμός ανάπτυξης ήταν μικρότερος σε σχέση με τον ρυθμό ανάπτυξης των χελιών που τρέφονταν με

βενθικούς οργανισμούς. Στις λίμνες αυτές υπάρχουν μεγάλες ποσότητες δίπτερων λαρβών και ασπόνδυλων οργανισμών που είναι διαθέσιμα για τροφή στα χέλια.

Οι λίμνες που το καλοκαίρι έχουν μεγαλύτερες θερμοκρασίες και τις οποίες παρατηρείται μικρός ανταγωνισμός με άλλα είδη προσφέρουν πολύ καλές συνθήκες ανάπτυξης για τα χέλια. Οι μεσογειακές περιοχές παρουσιάζουν μεγαλύτερους ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με τις υπόλοιπες λίμνες. Η θερμοκρασία 23°C είναι η θερμοκρασία στην οποία παρατηρήθηκε η καλύτερη ανάπτυξη σε συνθήκες εκτροφής, 30cm σε έξι μήνες και η τροφή που χρησιμοποιήθηκε ήταν *Artemia salina*, σκουλίκια *Tubifex* και φρέσκα μύδια (Tesch 1977).

2.1.3 Οι ωτόλιθοι σαν μέσο προσδιορισμού της ηλικίας

Ο όρος ωτόλιθος χρησιμοποιείται με ευρύτερη έννοια για να ερμηνεύσει οποιαδήποτε πυκνή δομή η οποία παρατηρείται στο λαβύρινθο του αυτιού. Υπάρχουν τρία ζεύγη ωτολίθων σε όλους τους τελεόστεους ιχθύς, οι τοξοειδείς, οι χαλικοειδείς και οι βελοειδείς (Εικόνα 10) (Νεοφύτου 1997). Ο τοξοειδής ωτόλιθος είναι αυτός ο οποίος χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ηλικίας των ψαριών και είναι και ο πιο μεγάλος σε μέγεθος, συγκριτικά σε τους άλλους δύο ωτόλιθους (Νεοφύτου 1997). Ο τοξοειδής ωτόλιθος φαίνεται με γυμνό μάτι, έχει άσπρο χρώμα, και είναι κοίλος από τη μία πλευρά του και κυρτός από την άλλη, με ένα αυλάκι στη στην μία επιφάνεια του οποίου το μέγεθος ποικίλει στο χέλι από 0,25 – 7 mm ή και ακόμα περισσότερο (Psinha & Jones 1975).



Εικόνα 10

Οι ωτόλιθοι παρουσιάζονται στα χέλια από την αρχή της ζωής τους σε αντίθεση με τα λέπια τα οποία παρουσιάζονται πολύ αργότερα. Και οι δύο ωτόλιθοι

του ίδιου χελιού έχουν τον ίδιο αριθμό ετήσιων δακτυλίων. Παρά το γεγονός ότι δεν είναι εύκολο να ερμηνευτούν δίνουν πολύ πιο ακριβή αποτελέσματα από ότι τα λέπια και είναι οι καλύτερες δομές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της ηλικίας σε πολλά είδη ψαριών (Jenkins 1902, Marukawa 1914, Marcus 1919, Hornyold 1922, Jespersen 1926, Tesch 1928, Frost 1945, Rasmussen 1952, Deelder 1957, Sihna 1965a).

2.1.3 Οι δακτύλιοι των ωτολίθων

Οι ωτόλιθοι αποτελούνται από ανόργανο υλικό, όπως κρύσταλλοι ανθρακικού ασβεστίου (αραγωνίτης) οι οποίοι βρίσκονται μέσα σε οργανικό υλικό πρωτεϊνικής σύστασης ινώδους μορφής, γνωστής ως ωτολίνη (otolin). Η εμφάνιση διαφανών και αδιαφανών δακτυλίων ή ζωνών οφείλεται στην εναλλακτική διαφοροποίηση της ποσοτικής αναλογίας αυτών των δύο στοιχείων (Morales – Nin 1987). Οι αδιαφανείς περιοχές (με προσπίπτοντα φωτισμό στο οπτικό μικροσκόπιο) αντιστοιχούν σε περιόδους ταχείας αύξησης του ψαριού, οπότε εναποθέτεται περισσότερος αραγωνίτη στην επιφάνεια του ωτόλιθου (ICSEAF 1986). Αυτή η περιοδικότητα είναι περισσότερο έντονη σε ψάρια που ζουν σε ψυχρές και εύκρατες περιοχές (Pannella 1974).

Οι ετήσιοι δακτύλιοι σχετίζονται με τις εναλλαγές στην αύξηση που επιταχύνεται ή επιβραδύνεται κατά την πορεία του βιολογικού κύκλου του ψαριού. Παρόλα αυτά δεν είναι γνωστή η αιτία σχηματισμού τους. Φαίνεται όμως ότι ο σχηματισμός των ετήσιων δακτυλίων ελέγχεται γενετικά, εφόσον άτομα τα οποία διατηρήθηκαν σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και αλατότητας, σχημάτισαν δακτυλίους. Επίσης ο σχηματισμός τους σχετίζεται με το βιολογικό ρυθμό του ψαριού, όπως αναπαραγωγή και διατροφή, αν και άτομα τα οποία δεν έχουν φτάσει σε ηλικία αναπαραγωγής σχηματίζουν ετήσιους δακτυλίους. Παράγοντες, όπως απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας, ασθένειες, έλλειψη τροφής ή μετακινήσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό του δακτυλίου – ζώνης ή αποτελούν τις αιτίες σχηματισμού ψευδοδακτυλίων, οι οποίοι “διακόπτουν” τη συνοχή της αυξητικής ζώνης. Ο σχηματισμός επίσης ψευδοδακτυλίων κατά την εποχή ταχείας αύξησης αντικατοπτρίζει μικρής διάρκειας διαταραχές στη διατροφή (ICSEAF 1986).

2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.2.1 Αφαίρεση ωτόλιθων από τα χέλια

Για να αφαιρεθούν οι ωτόλιθοι από τα χέλια, το κρανίο τους ανοίγεται κατά μήκος ή μία τομή γίνεται προς τα κάτω και μπροστά στο πίσω μέρος του κεφαλιού, και άλλη μία τομή γίνεται στο κρανίο του χελιού με το νυστέρι παράλληλο προς το σώμα του χελιού. Μετά από αυτή την τομή είναι ορατός ο εγκέφαλος του χελιού, μετά από την αφαίρεση του οποίου φαίνονται οι ωτόλιθοι που απομακρύνονται με τη βοήθεια μίας λεπτής λαβίδας. Είναι απαραίτητη προϋπόθεση να γίνονται πολύ ήπιοι χειρισμοί γιατί οι ωτόλιθοι είναι πολύ εύθραυστοι και θρυμματίζονται εύκολα.

Μετά την αφαίρεσή τους, οι ωτόλιθοι τοποθετήθηκαν μέσα σε αλκοόλη 95°, για χρονικό διάστημα 7 – 8 μηνών, μέχρι να γίνει η απαραίτητη επεξεργασία έτσι ώστε να είναι δυνατή η ερμηνεία τους.

2.2.2. Παρατήρηση και ερμηνεία ωτόλιθων

Αρχικά έγινε μία προσπάθεια ερμηνείας των ωτόλιθων μετά από τομή τους σε μικροτόμο, αφού βέβαια έχουν προηγουμένως υποστεί τις απαραίτητες διεργασίες. Η διαδικασία της τομής των ωτόλιθων σε μικροτόμο περιγράφεται παρακάτω και είναι η εξής:

Τομή ωτόλιθων σε μικροτόμο

Οι ωτόλιθοι είναι σκληροί και για το λόγο αυτό πρέπει να προηγηθεί η απασβέστωση και να ακολουθήσει η τομή (Robeds J. R. 1978).

1. Απασβέστωση

Ο κύριος ρόλος της απασβέστωσης είναι η απομάκρυνση των ιόντων ασβεστίου από τα οστέινα τμήματα του δείγματος, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η τομή. Ο χρόνος της απασβέστωσης ενός οστέινου τμήματος είναι μεγαλύτερος από ότι το χρόνο αντοχής στην απασβέστωση των γειτονικών στο οστό ιστών γεγονός που οφείλεται στη φύση των οστών των ιχθύων. Η πιο σημαντική αναγκασία προϋπόθεση για την πραγματοποίηση της απασβέστωσης είναι ότι ο ιστός πρέπει

να είναι απόλυτα σταθερή προηγουμένως προκειμένου να γίνει η εισαγωγή του ωτόλιθου στο υγρό της απασβέστωσης. Μία από τις πιο συχνές μεθόδους απασβέστωσης, και η οποία χρησιμοποιήθηκε στην απασβέστωση των ωτόλιθων είναι η απασβέστωση με διάλυμα μυρμηγκικού οξέος περιεκτικότητας 8%. Η απασβέστωση των ωτόλιθων διήρκεσε 50' έως και μία ώρα. (Robeds J. R. 1978). Μετά την ολοκλήρωση της απασβέστωσης ακολουθεί μεταφορά των ωτόλιθων σε αλκοόλη 70° (Luna.G. L.1960).

2. Επεξεργασία Δείγματος στην Ιστοκινέτα

Στη συνέχεια ακολουθεί η επεξεργασία των ωτόλιθων στην ιστοκινέτα (Εικόνα 11). Οι ωτόλιθοι λόγω του μικρού τους μεγέθους τοποθετούνται μέσα σε μία γάζα και στη συνέχεια η γάζα αυτή που περικλείει το δείγμα μπαίνει σε ειδικά καψάκια για να γίνει η επεξεργασία στην ιστοκινέτα (Λέκκα Γ. Σ. 1979). Ο ρόλος της ιστοκινέτας είναι να γίνει αφυδάτωση του δείγματος μέσα σε μία σειρά από αλκοόλες οι οποίες είναι:

1. 1 δοχείο με αλκοόλη 70°, για το χρονικό διάστημα των 2 ωρών
2. 3 δοχείο με αλκοόλη 95°, για το χρονικό διάστημα των 2 ωρών
3. 3 δοχείο με αλκοόλη 100°, για το χρονικό διάστημα των 2 ωρών

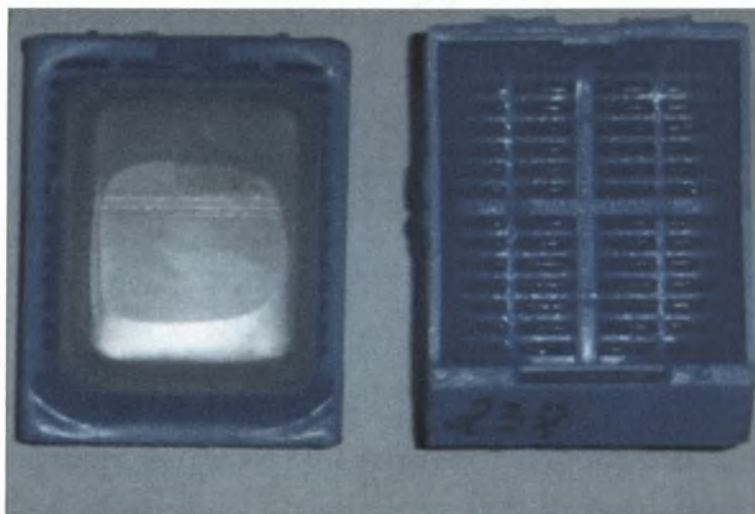


Εικόνα 11

Το δείγμα στη συνέχεια περνάει από τρία δοχεία με ξυλόλη, για το χρονικό διάστημα των δύο ωρών για να γίνει απολίπωση των υλικών και ακολουθεί εμποτισμός των υλικών με παραφίνη μέσα από δύο δοχεία με παραφίνη για το χρονικό διάστημα των δύο ωρών. Η ολοκλήρωση της επεξεργασίας των ωτόλιθων στη ιστοκινέτα είναι διάρκειας 24 ωρών (Luna.G. L.1960).

3. Σκίνωση του Δείγματος

Μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας του δείγματος στην ιστοκινέτα ακολουθεί η διαδικασία της σκίνωσής του (Λέκκα Γ. Σ. 1979). Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει το σχηματισμό ενός μπλοκ παραφίνης (Εικόνα 12) το οποίο περιέχει το δείγμα του ωτόλιθου.



Εικόνα 12

Το μπλοκ με το δείγμα του ωτόλιθου θα κοπεί σε μικρές τομές στη μικροτόμο (Εικόνα 13). Χρησιμοποιείται ένα ένας ειδικός τύπος παραφίνης το PARAPLAST PLUS που αυξάνει κατά πολύ της ελαστικότητα του υλικού και έτσι αποφεύγεται η ευθρυπτότητα κατά τις τομές (Luna.G. L.1960).

4. Τομές ωτόλιθων στον μικροτόμο

Μετά την εμπέδωση των ιστών στη παραφίνη, μπλοκ παραφίνης, και την στερεοποίησή της προσαρμόζουμε το μπλοκ στον μικροτόμο έτσι ώστε η

επιφάνεια του μπλοκ να είναι απόλυτα παράλληλη με το μαχαίρι του μικροτόμου. Οι τομές έχουν πάχος 4-5μm (Λέκκα Γ. Σ. 1979). Μία ή δύο τομές τοποθετούνται πάνω σε αντικειμενοφόρο πλάκα με μία σταγόνα νερό και ακολουθεί υδατόλουτρο στους 37°C. Στην συνέχεια ακολουθεί “ψάρεμα” της τομής από το υδατόλουτρο και τοποθέτησή της πάνω σε θερμαινόμενη πλάκα για 24 ώρες, μέχρι γίνει ξήρανση των τομών (Luna.G. L.1960).



Εικόνα 13

5. Χρώση Δείγματος

Για να γίνει η αναγνώριση του δείγματος στο μικροσκόπιο είναι απαραίτητο να ακολουθήσει χρώση του δείγματος (Λέκκα Γ. Σ. 1979). Η χρώση γίνεται με Αιματοξυλίνη και Εοσίνη σε δεκαοχτώ γυάλινα δοχεία με καπάκι (Εικόνα 14).

Η σειρά των αντιδραστηρίων για τη χρώση με την Αιματοξυλίνη και την Εοσίνη είναι τα εξής:

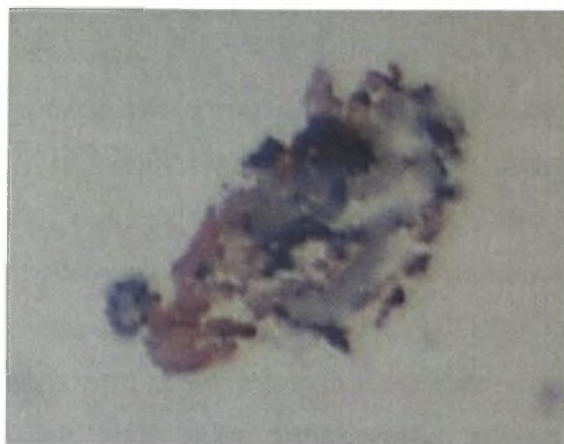
- 2 δοχεία με ξυλόλη ή histoclear για αποπαραφίνωση για χρονικό διάστημα 15'.
- 2 δοχεία με αλκοόλη 100° για απομάκρυνση της ξυλόλης για χρονικό διάστημα 1 – 2 '.
- 1 δοχείο με αλκοόλη 95° για ενυδάτωση των ιστών για χρονικό διάστημα] 1-2'.
- 1 δοχείο με αλκοόλη 70° για ενυδάτωση των ιστών για χρονικό διάστημα 2'.

- 1 δοχείο με απεσταγμένο νερό ενυδάτωση για χρονικό διάστημα 2'.
- 1 δοχείο με Αιματοξυλίνη για μπλε χρώση των πυρήνων για χρονικό διάστημα 15 - 20'.
- 1 δοχείο με νερό βρύσης, όπου τοποθετούνται σε αυτό τα παρασκευάσματα και ύστερα κάτω από ήπια τρεχούμενο νερό για να μην ξεκολλήσουν οι ιστοί, μέχρις ότου το νερό να μην έχει ίχνη χρώσης.
- 1 δοχείο με διάλυμα 1% ACID – ALCOHOL 70° για διαφοροποίηση, είναι αρκετές 3 – 4 εμβαπτίσεις για 2 – 3'' κάθε φορά. Το διάλυμα ACID – ALCOHOL 70° αποτελείται από 100 ml αλκοόλης 70° και 1 ml υδροχλωρικό οξύ.
- 1 δοχείο με νερό για ξέπλυμα σε ρέον νερό βρύσης για χρονικό διάστημα 10'
- 1 δοχείο με Εοσίνη για ροζ χρώση του κυτταροπλάσματος των κυττάρων για χρονικό διάστημα 2 – 3'.
- 2 δοχεία με αλκοόλη 95° για αφυδάτωση για χρονικό διάστημα 1 – 2'.
- 2 δοχεία με αλκοόλη 100° για αφυδάτωση για χρονικό διάστημα 1 – 2'.
- 2 δοχεία με ξυλόλη για χρονικό διάστημα 3 – 5'. Στην ξυλόλη παραμένουν τα παρασκευάσματα μέχρις ότου κολληθούν με ειδικές καλυπτρίδες επάνω στους ιστούς με ENTELAN. Αντί για ξυλόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί το HistoClear (Luna.G. L.1960).



Εικόνα 14

Μετά την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας και την παρατήρηση του παρασκευάσματος στο μικροσκόπιο παρατηρήθηκε ότι η δομή του ωτόλιθου είχε καταστραφεί εντελώς (Εικόνες 15, 16). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η παρατήρηση των ομόκεντρων κύκλων που φανερώνουν την ηλικία των χελιών.



Εικόνα 15



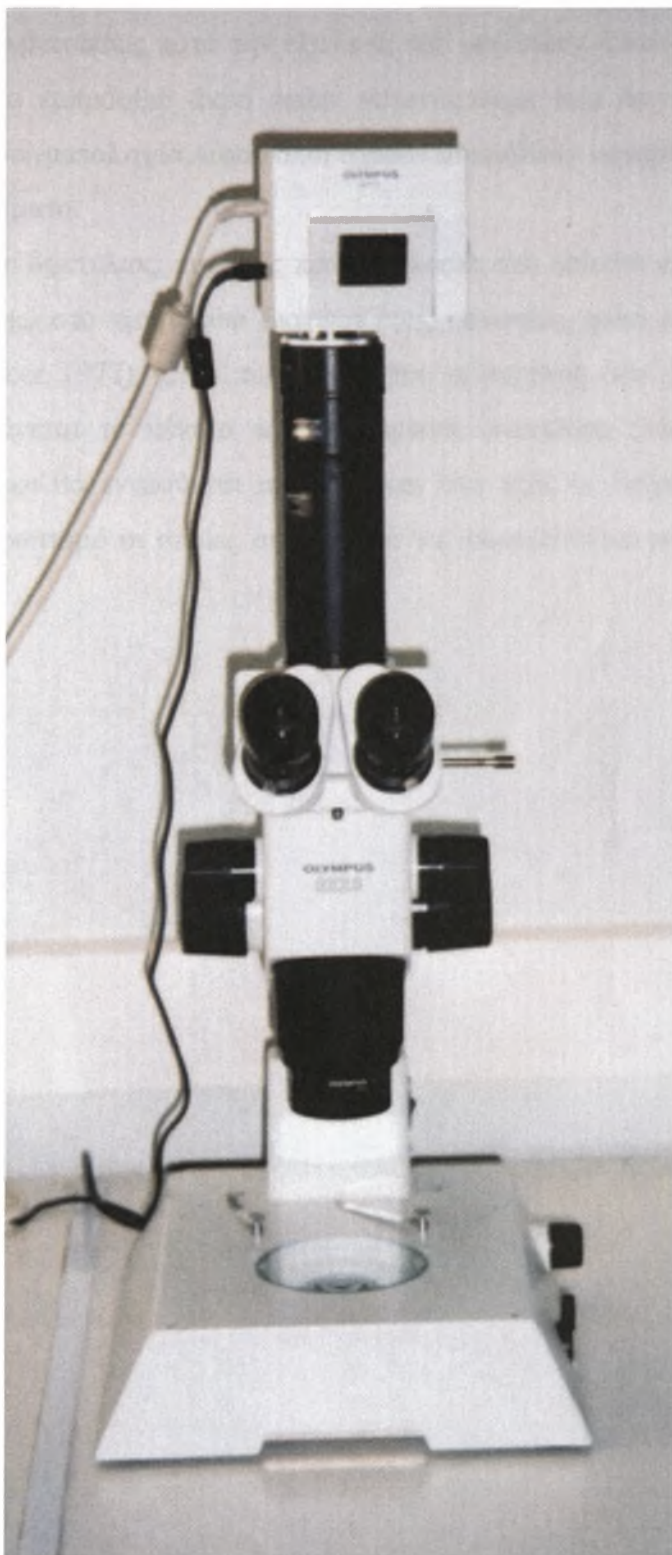
Εικόνα 16

Μετά την αποτυχημένη αυτή προσπάθεια για ανάγνωση των ωτόλιθων, οι ωτόλιθοι πραγματοποιήθηκε πολύ καλό πλύσιμο τους και τρίψιμο, για ένα περίπου λεπτό, κάτω από τρεχούμενο νερό βρύσης. Μετά την ολοκλήρωση του πλυσίματος οι ωτόλιθοι είχαν αποκτήσει ένα λευκό σχετικά διαυγές χρώμα, το οποίο με τον κατάλληλο φωτισμό στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, έκανε δυνατή την ανάγνωση και την ερμηνεία πολλών ωτόλιθων.

Ένας άλλος τρόπος επεξεργασία των ωτόλιθων που χρησιμοποιήθηκε, προκειμένου να είναι γίνει ακόμα πιο εύκολη η ερμηνεία τους και ο προσδιορισμός της ηλικίας των χελιών, είναι με κάψιμο (Christensen 1964). Με το κάψιμο του ωτόλιθου σε φλόγα οιοπνεύματος, επιτυγχάνεται ομοιομορφή διασπορά της θερμότητας σε όλη την επιφάνεια του (Kerstan 1985, ICSEAF 1986, Eltink & Kuiter, 1989, ICES 1991). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να προσεχτεί ο χρόνος παραμονής του ωτόλιθου στη φλόγα, γιατί με το παρατεταμένο κάψιμο, το περιθώριο του ωτόλιθου ασβεστώνεται, δίνοντας την ψευδή εντύπωση αδιαφανούς περιοχής. Ο ωτόλιθος ο οποίος παίρνει σκούρο κίτρινο – καφέ χρώμα, είναι έτοιμος για παρατήρηση. Μετά το κάψιμο των ωτόλιθων οι διαφανείς περιοχές αμαυρώνονται περισσότερο, κάνοντας έντονη την αντίθεση των περιοχών αυτών με τις αδιαφανείς. Επίσης μετά το κάψιμο οι ετήσιοι δακτύλιοι γίνονται πιο σκούροι σε σχέση με τους ψευδοδακτυλίους που μπορεί να υπάρχουν και έτσι διακρίνονται ευκολότερα.

2.2.3. Παρατήρηση ωτόλιθων

Οι ωτόλιθοι παρατηρήθηκαν σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο OLYMPUS (Εικόνα 17) και η ανάγνωσή τους έγινε μετά από επεξεργασία τους σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Σε όλους τους ωτόλιθους μετρήθηκε η ολική ακτίνα, η απόσταση δηλαδή από τον πυρήνα μέχρι το εξωτερικό περιθώριο και ως τέτοια ακτίνα λαμβάνονταν πάντα η απόσταση από τον πυρήνα ως το οπίσθιο άκρο (posterior) του ωτόλιθου. Κατά μήκος αυτής της ακτίνας μετριόνταν και η απόσταση του κάθε ετήσιου δακτυλίου. Σύμφωνα και με τη βιβλιογραφία οι ωτόλιθοι σε αυτό το σημείο είναι περισσότερο αναγνώσιμοι, εντούτοις η συνέχειά τους, όσον είναι δυνατό, θα πρέπει να ελέγχεται σε όλη την επιφάνεια του ωτόλιθου (Webb & Grant 1979, Kerstan 1985, ICSEAF 1986, Marecos 1986).



Εικόνα 17

Προτιμάται επίσης το οπίσθιο άκρο του ωτόλιθου για παρατήρηση, γιατί στις περισσότερες περιπτώσεις κατά την εξαγωγή των ωτόλιθων ή κατά τη διάρκεια της παρατήρησης το εμπρόσθιο άκρο σπάει, γεγονός όμως που δεν έχει συμβεί στην συγκεκριμένη δειγματοληψία, αφού όλοι σχεδόν οι ωτόλιθοι αφαιρέθηκαν ολόκληροι και χωρίς σπασίματα.

Επίσης ο δακτύλιος, που στις πρώτες ηλικίες στο οπίσθιο άκρο συνήθως έχει τη μορφή ζώνης, στο εμπρόσθιο διαχωρίζεται, κάνοντας πολύ προβληματική την ανάγνωση (Macer 1977). Στην περίπτωση που ο πυρήνας δεν είναι εμφανής, ως πυρήνας λαμβάνεται το κέντρο του εσωτερικού δακτυλίου (Marecos 1986). Ως ετήσιοι δακτύλιοι θα εννοούνται από εδώ και στο εξής οι διαφανείς περιοχές με προσπίπτοντα φωτισμό οι οποίες συνηθίζεται να αποκαλούνται υαλώδεις δακτύλιοι (hyaline rings).

2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.3.1 Κριτήρια εκτίμησης της ηλικίας

Μετά την πιστοποίηση των ετήσιων δακτυλίων και τον προσδιορισμό του χρόνου σχηματισμού τους, ακολούθησε η εκτίμηση της ηλικίας στα δείγματα των χελιών. Επειδή η εμφάνιση υαλώδους περιθωρίου ιδίως στα μεγάλης ηλικίας άτομα συνέβαινε περίπου όλο το χρόνο, η υιοθέτηση κριτηρίων για την εκτίμηση της ηλικίας σε όλα τα άτομα ήταν απαραίτητη (ICSEAF 1986). Η επιλογή των κριτηρίων βασίστηκε:

- A. Στην εποχή αναπαραγωγής
- B. Στην ημερομηνία σύλληψης του χελιού
- Γ. Στη μορφή των ωτόλιθων και
- Δ. Στο χρόνο σχηματισμού του ετήσιου δακτυλίου

2.3.2 Σχέση Μήκους – Βάρους

Το βάρος του σώματος των περισσότερων ψαριών, κατά τη διάρκεια της ζωής τους, αυξάνει σε σχέση με το μήκος τους. Στην περίπτωση αυτή η σχέση, που συνδέει το μήκος με το βάρος του σώματος είναι εκθετική συνάρτηση της μορφής $W=aL^b$, όπου W = Το βάρος (μικτό και καθαρό) του ψαριού σε gr,

L = Το μήκος σε cm,

a και b = Σταθερές

Το a είναι ένας συντελεστής που καθορίζεται από τη φυσική κατάσταση του ζώου και το b είναι ο συντελεστής παλινδρόμησης, που παίρνει τιμές μεταξύ του 2 και του 4, με ιδανική το 3 (Νεοφύτου 1997).

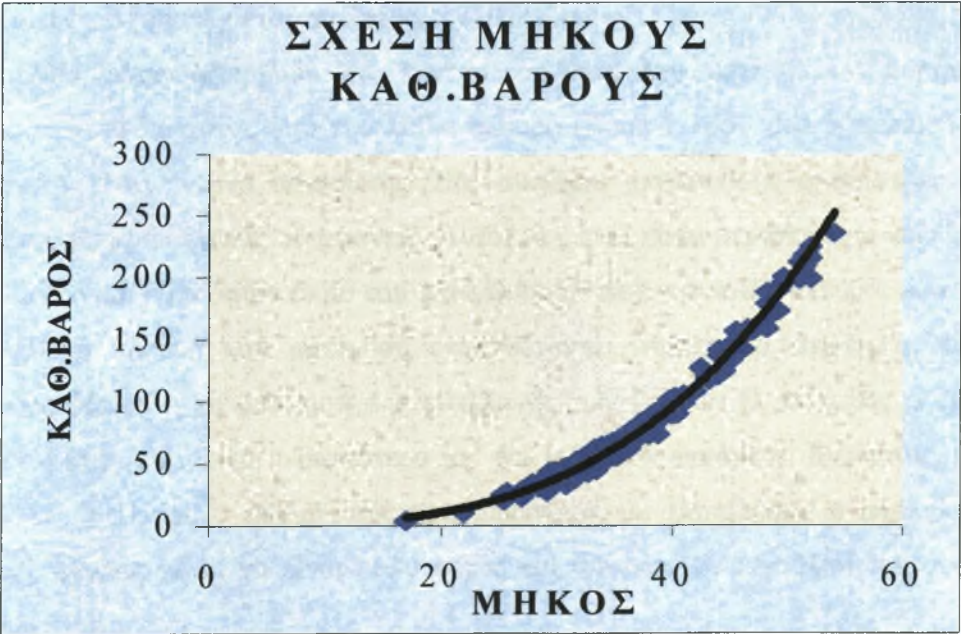
Από την εφαρμογή της παραπάνω σχέσης $W=aL^b$, στα δεδομένα μικτού, καθαρού βάρους (W , gr) και ολικό μήκος (L , cm) σε σύνολο 300 ατόμων αλιευμένων κατά τον Ιούνιο του 2001, υπολογίστηκαν οι σταθερές a και ο συντελεστής παλινδρόμησης b και η παραπάνω εξίσωση που δείχνει τη σχέση μήκους – βάρους, έλαβε την εξής μορφή:

$W_g = 0,0011 \times L^{3,1049}$, $R^2 = 0,9808$ (Σχέση Μήκους – Μικτού Βάρους) (Σχήμα 3)

$W_c = 0,0006 \times L^{3,248}$, $R^2 = 0,9733$ (Σχέση Μήκους – Καθαρού Βάρους) (Σχήμα 4)



Σχήμα 3



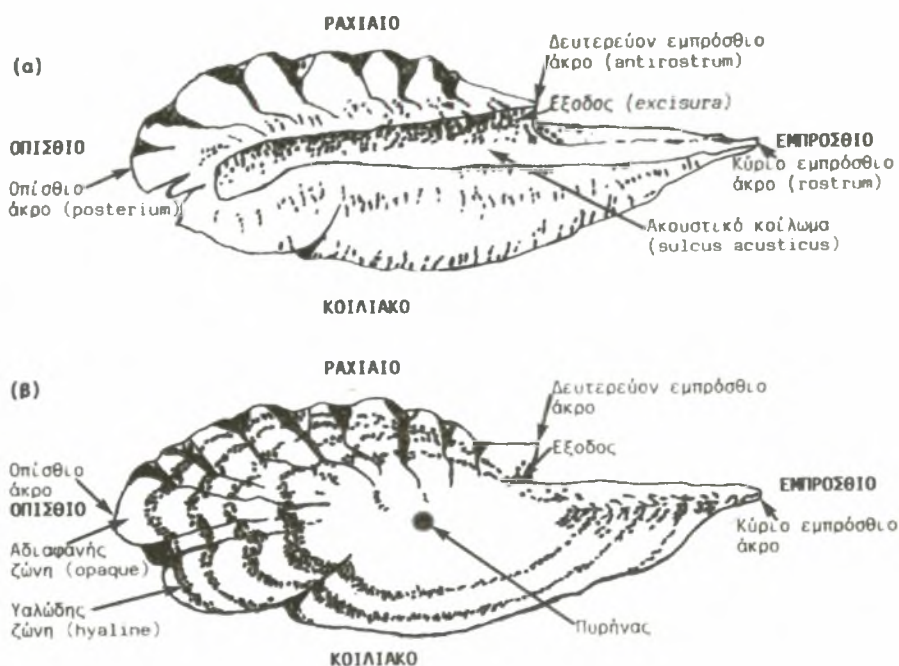
Σχήμα 4

Από τις σχέσεις μήκους – βάρους σώματος (μικτό και καθαρό), στο σύνολο των 300 ατόμων *A. Anguilla* του δείγματος ότι οι σχέσεις αυτές λόγω των μεγάλων συντελεστών του δείγματος ($r = 0,9808$ και $r = 0,9733$) εκφράζονται πολύ ικανοποιητικά με τις παραπάνω εκθετικές συναρτήσεις. Επίσης από τις παραπάνω εκθετικές συναρτήσεις φαίνεται ότι οι τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης b κυμαίνονται γύρω στο 3 που είναι η ιδανική τιμή.

2.3.3 Περιγραφή Ωτόλιθου

Η περιγραφή του ωτόλιθου βασίζεται στην παρατήρηση 300 ωτόλιθων του *A. anguilla* L. Το ζευγάρι των ωτόλιθων στο κεφάλι του κάθε ατόμου προσανατολίζεται έτσι ώστε τα κυρτά μέρη να βρίσκονται το ένα απέναντι στο άλλο. Ο ωτόλιθος χαρακτηρίζεται, όπως έχει αναφερθεί, από το οπίσθιο και το εμπρόσθιο άκρο (Εικόνα 18). Το οπίσθιο άκρο είναι στρογγυλό, ενώ το εμπρόσθιο είναι καταλήγει σε επιμήκη προεξοχή. Ραχιαία και εμπρόσθια σχηματίζεται δευτερεύον προεξέχον άκρο πολύ μικρότερο βέβαια από τι προηγούμενο. Μεταξύ των δύο προεξοχών δημιουργείται μία εγκοπή, που καταλήγει το ακουστικό κοίλωμα, το οποίο φαίνεται στην κυρτή πλευρά (Εικόνα 18α). το περιθώριο στη ραχιαία και οπίσθια περιοχή είναι κυματοειδές, σχηματίζοντας αντίστοιχες αυλακώσεις.

Μία διαφανής κηλίδα στο κέντρο του ωτόλιθου αποτελεί τον πυρήνα , ο οποίος είναι ευδιάκριτος από την κοίλη πλευρά (Εικόνα 18β), ενώ η περιοχή γύρω από αυτόν είναι έντονα αδιαφανής. Στη συνέχεια ακολουθούν ομόκεντρες ζώνες εναλυσόμενες διαφανείς αδιαφανείς. Αυτές οι ζώνες είναι περισσότερο ευδιάκριτες στο οπίσθιο και εμπρόσθιο άκρο του ωτόλιθου και από την κοίλη πλευρά. Αυτό γιατί στην κυρτή πλευρά του ωτόλιθου εναποθέτονται πυκνότερα στρώματα υλικού, κάνοντας δύσκολη τη διάκριση της εναλλαγής των ζωνών. Ο ωτόλιθος αυξάνεται κατά τον επιμήκη άξονα περισσότερο απ' ότι κατά τον εγκάρσιο. Εντούτοις, καθώς μεγαλώνει η ηλικία, ο ρυθμός αύξησης μειώνεται, με αποτέλεσμα ο ωτόλιθος στα μεγάλης ηλικίας χέλια να είναι πολύ παχύς και συνεπώς οι δακτύλιοί του δύσκολα αναγνώσιμοι.



Εικόνα 18

2.3.4 Ηλικιακή δομή του δείγματος

Στον πίνακα 5 φαίνεται η συχνότητα κατανομής των μηκών των χελιών του δείγματος ανάλογα με την ηλικία τους.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 5 τα χέλια τα οποία βρέθηκαν κυμαίνονταν ηλικιακά από τριών έως πέντε ετών. Είναι φυσικό ότι δεν υπήρχε πιθανότητα να βρεθούν χέλια μικρότερα από δύο ετών και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα χέλια χρειάζονται τουλάχιστον δύο χρόνια για να εισέλθουν στη Μεσόγειο, όπως έχει ήδη αναφερθεί.

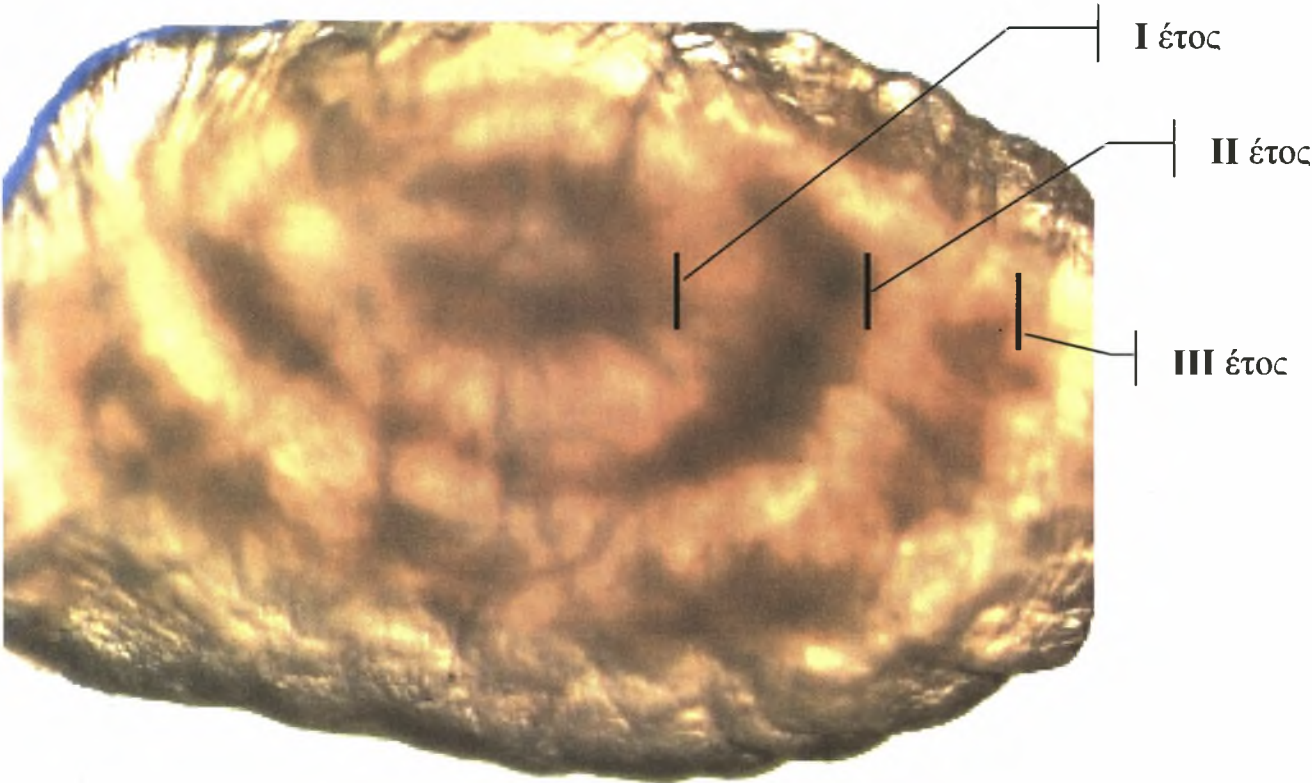
2.3.5 Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης

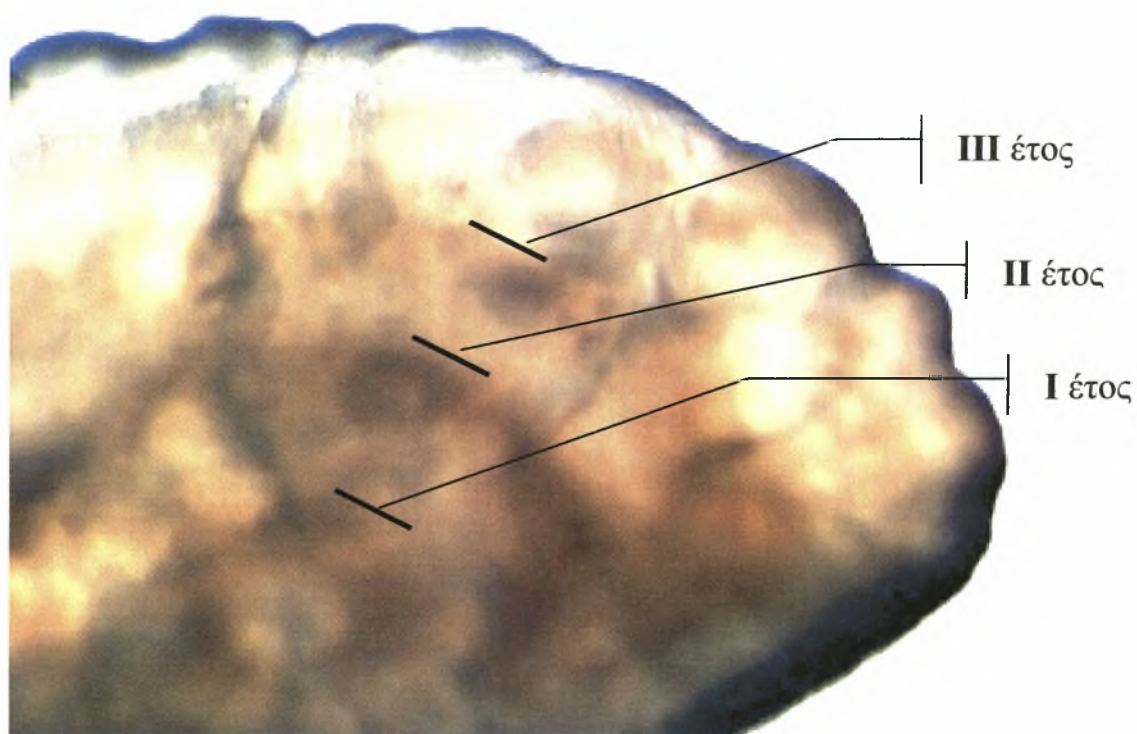
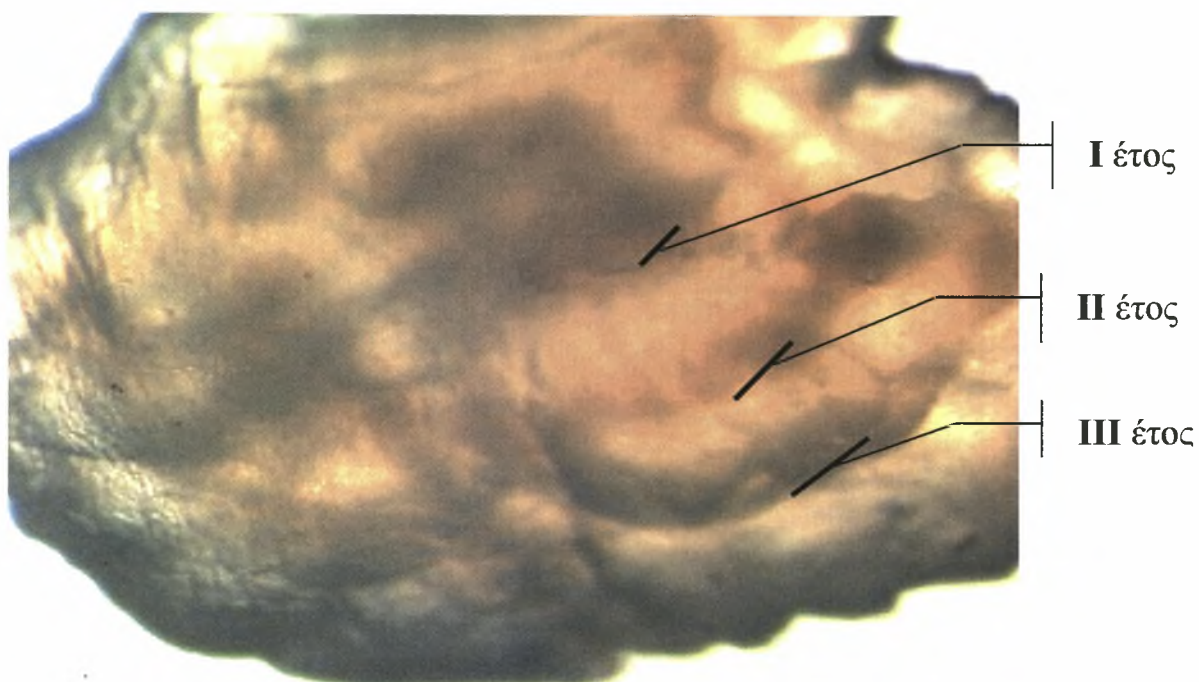
Ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης του χελιού υπολογίστηκε με τη χρησιμοποίηση της μεθόδου της αναδρομικής ανάπτυξης (Νεοφύτου 1997). Στον πίνακα 6 φαίνεται ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης που υπολογίστηκε.

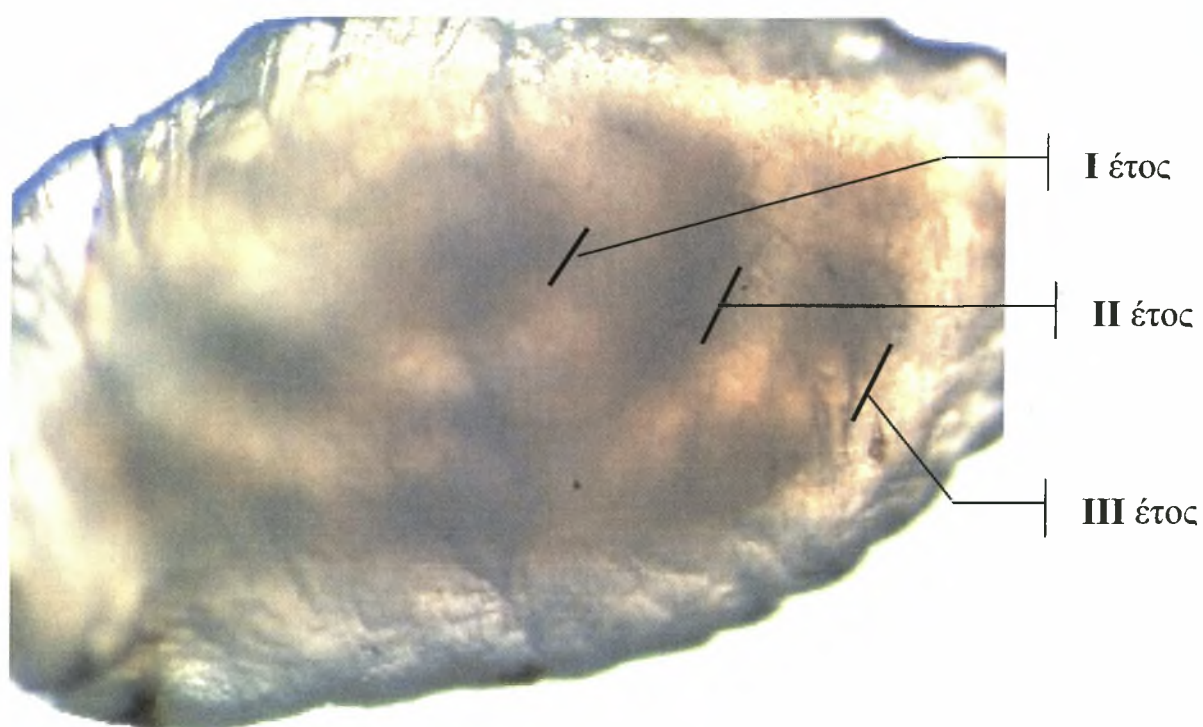
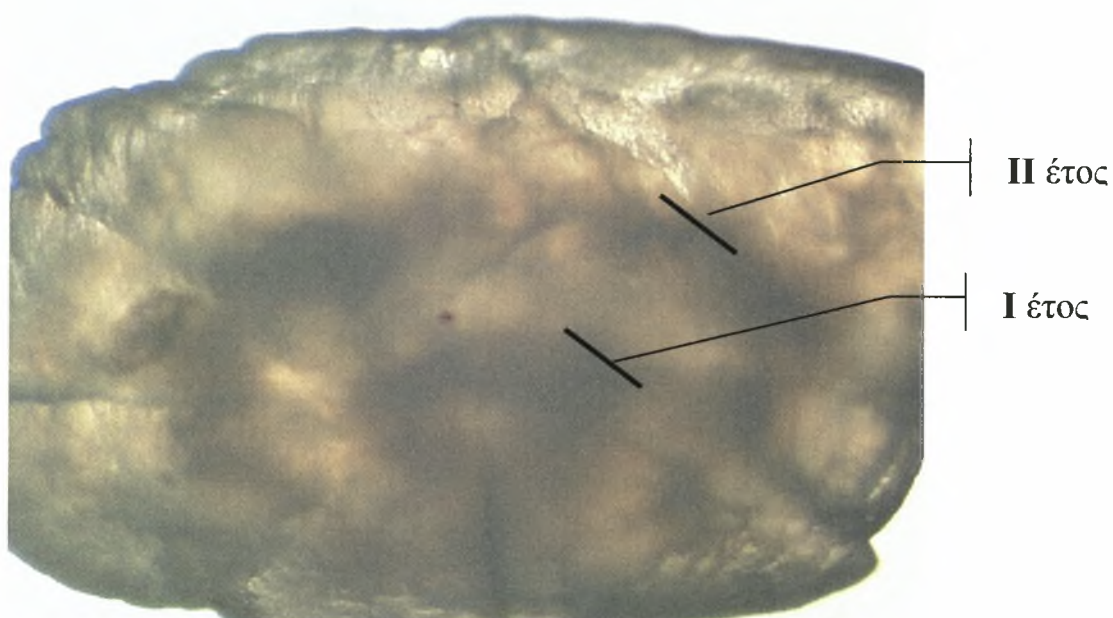
Πίνακας 5						
Κλάσεις μήκους	Ηλικία					Αριθμός Χελιών
	1+	2+	3+	4+	5+	
20,1-25	-	4	-	-	-	4
25,1-30	-	47	28	-	-	75
30,1-35	-	-	139	-	-	139
35,1-40	-	-	35	-	-	35
40,1-45	-	-	10	12	-	22
45,1-50	-	-	-	14	-	14
50,1-55	-	-	-	-	11	11
Σύνολο	0	51	212	26	11	300
Ποσοστό %	0	17%	71%	9%	3%	100

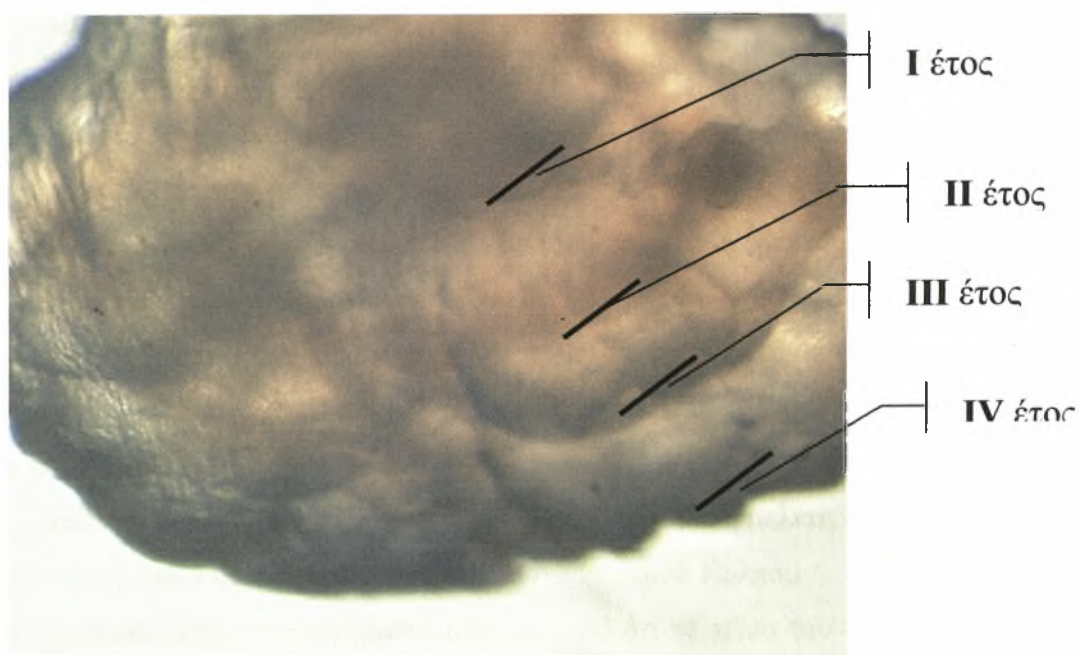
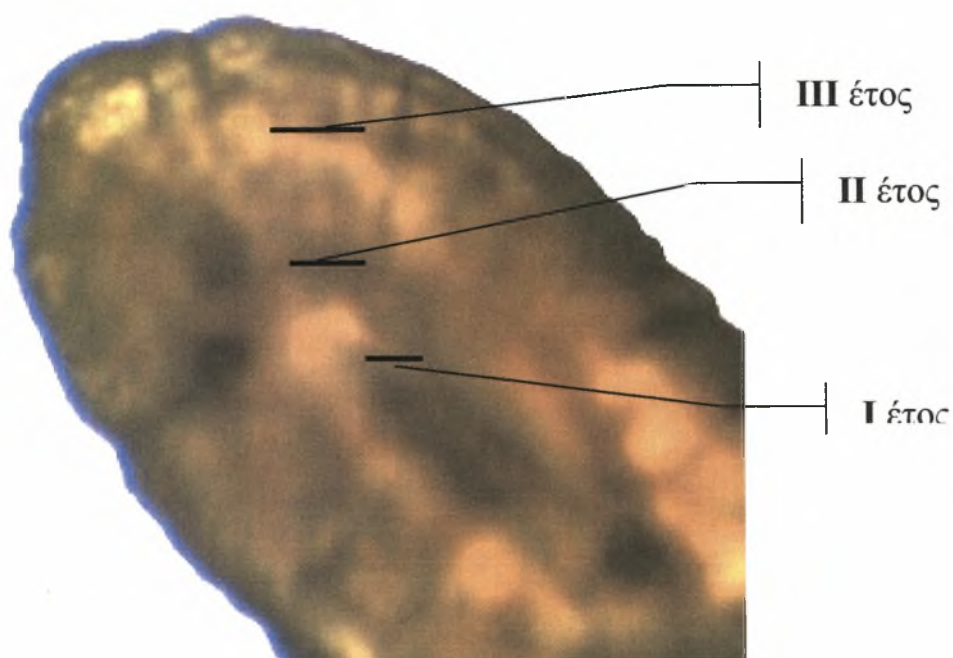
Πίνακας 6							
		Μέσο μήκος κατά τη σύλληψη	Μέσο διορθωμένο μήκος σε cm κατά τη συμπλήρωση κάθε ετήσιου δακτυλίου				
Ηλικία	Αριθμός χελιών		I	II	III	IV	V
1+	0						
2+	51	26,3 ± 3	6,67 ± 1,36	12,89 ± 2,15			
3+	212	32,22 ± 0,41	7,78 ± 0,79	15,42 ± 0,58	24,18 ± 0,97		
4+	26	40,9 ± 1,33	8,88 ± 0,44	17,22 ± 1	26,15 ± 1,48	33,37 ± 1,06	
5+	11	47,84 ± 0,69	9,55 ± 0,25	18,7 ± 0,88	17,76 ± 1,05	36,4 0,81	44,31 ± 0,33
Σύνολο χελιών	300		300	300	249	37	11
Μέσο μήκος κατά κλάση σε cm		39,25 ± 1,67	8,55 ± 0,34	16,71 ± 0,63	25,23 ± 0,93	34,55 ± 0,82	44,31 ± 0,33

2.3.6 Φωτογραφίες ωτόλιθων









2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

2.4.1 Σχέση Μήκους – Βάρους

Το βάρος είναι ασταθές σε ασυνήθιστο βαθμό σε ένα τόσο επίμηκες ψάρι σαν το χέλι. Καλές συνθήκες διατροφής μπορεί να διπλασιάσουν το βάρος συγκριτικά με ένα άλλο χέλι του ίδιου μήκος που έχει διαφορετικές συνθήκες διατροφής. Για το λόγο αυτό οι συγκρίσεις της ανάπτυξης βασίζονται στο μήκος και όχι στο βάρος (Tesch 1977).

Από τη συσχέτιση του μήκους του χελιού τόσο με το μικτό όσο και με το καθαρό βάρος προέκυψαν οι σχέσεις :

$$W_g = 0,0011 \times L^{3,1049}, R^2 = 0,9808 \text{ (Σχέση Μήκους – Μικτού Βάρους)}$$

$$W_c = 0,0006 \times L^{3,248}, R^2 = 0,9733 \text{ (Σχέση Μήκους – Καθαρού Βάρους)}$$

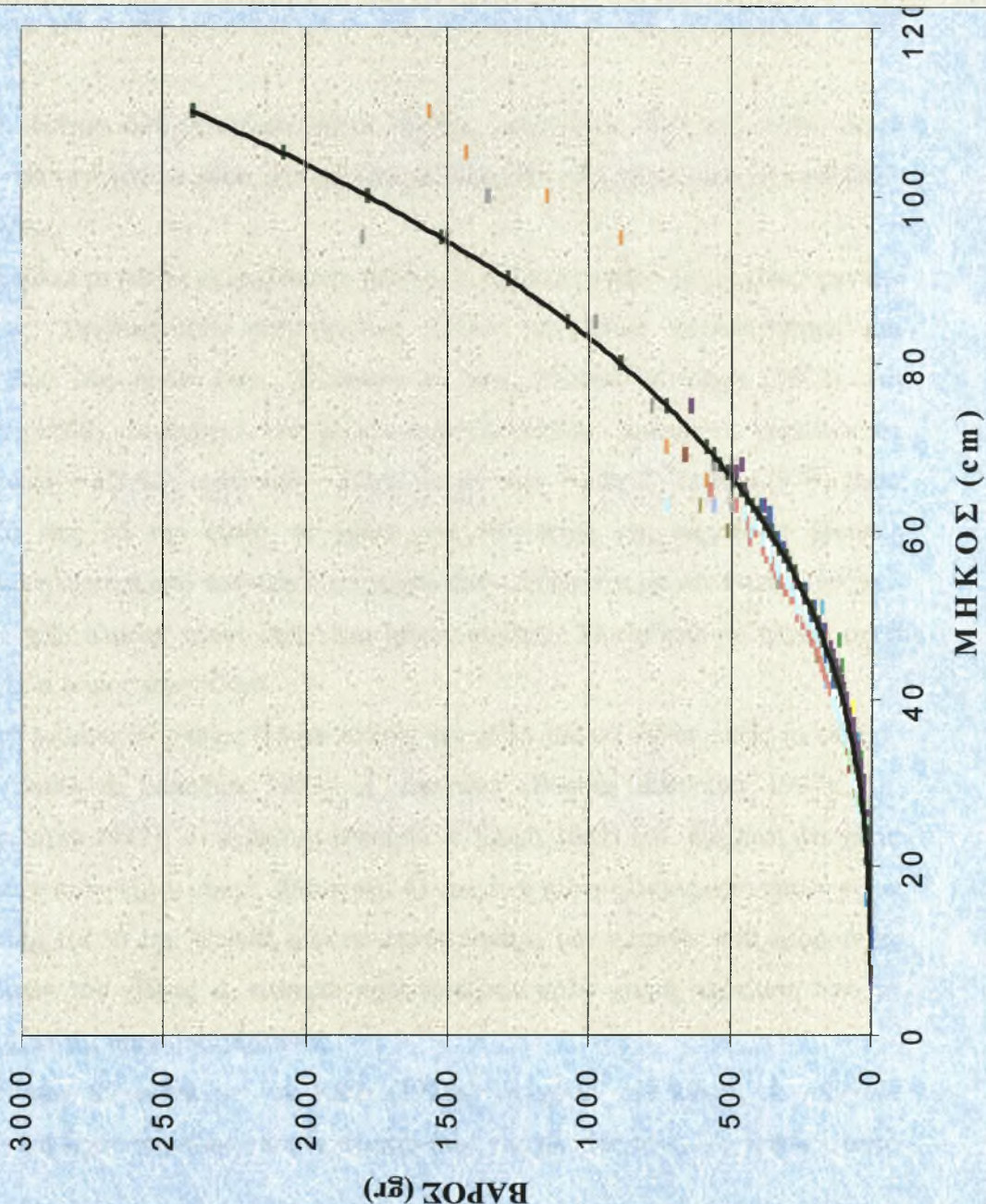
Από την παρατήρηση των σχέσεων αυτών, που προέκυψαν από το σύνολο των 300 ατόμων *A. Anguilla* του δείγματος, φαίνεται ότι οι σχέσεις μήκους – βάρους λόγω των μεγάλων συντελεστών του δείγματος ($r = 0,9808$ και $r = 0,9733$) εκφράζονται πολύ ικανοποιητικά με τις παραπάνω εκθετικές συναρτήσεις. Επίσης από τις παραπάνω εκθετικές συναρτήσεις φαίνεται ότι οι τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης b κυμαίνονται γύρω στο 3 ($P < 0,05$) που είναι η ιδανική τιμή.

Αυτό σημαίνει ότι η ανάπτυξη των χελιών που μελετήθηκαν είναι συμμετρική και δείχνει ότι το βάρος του σώματός τους παραμένει σταθερό (Νεοφύτου 1997). Παρά επομένως το γεγονός ότι το είναι ασταθές σε τόσο επιμήκη ψάρια σαν τα χέλια το δείγμα το οποίο μελετήθηκε φανερώνει μία σταθερή ανάπτυξη.

Η συσχέτιση μήκους – βάρους στα χέλια μελετήθηκε κατά καιρούς από πολλούς ερευνητές, σε διάφορες περιοχές. Τα αποτελέσματα από μία βιβλιογραφική έρευνα που έγινε φαίνονται στο σχήμα 5. Στο συγκεκριμένο σχήμα φαίνονται επίσης και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας που προέκυψαν από τη μελέτη δείγματος προερχόμενο από τη λιμνοθάλασσα της Ροδιάς του Αμβρακικού Κόλπου.

Από την παρατήρηση του σχήματος είναι φανερό ότι τα χέλια του δείγματος που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα παρουσιάζουν παρόμοιους ρυθμούς ανάπτυξης με τους αναμενόμενους ρυθμούς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία.

ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ - ΒΑΡΟΥΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΕΡΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ



- Penaz & Tesch, 1970 North Sea
- Penaz & Tesch, 1970 North Sea
- Penaz & Tesch, 1970 Fohr Island
- Penaz & Tesch, 1970 Fohr Island
- Penaz & Tesch, 1970 Elbe/Geesthacht
- Penaz & Tesch, 1970 Elbe/Geesthacht
- Tesch, 1964 Elbe/Geesthacht
- Thurrow, 1959 Baltic
- Gajgalas, 1969 Kurisches Haff
- De Veen & Deerder, 1958 IJsselmeer
- Gandolfi-Hornoyold, 1930, 1935 Camargue
- Gandolfi-Hornoyold, 1930, 1935 Camargue
- Marcus, 1919 Various (mostly coastal)
- Marcus, 1919 Various (mostly coastal)
- Sinha & Jones, 1967 River Ffraw /Wales
- Sinha & Jones, 1967 River Ffraw /Wales
- Sinha & Jones, 1967 River Rhyd-hir/Wales
- Sinha & Jones, 1967 River Rhyd-hir/Wales
- Sinha & Jones, 1967 River Glasyn/Wales
- Sinha & Jones, 1967 River Glasyn/Wales
- Sedlar & Dobrota, 1966 River Slovakia
- Min. Agricult. Belfast, 1966 Lough Neagh
- Min. Agricult. Belfast, 1966 Lough Neagh
- Rahn, 1955 Lake Sakrow (narrow-headed)
- Rahn, 1955 Lake Sakrow (broad-headed)
- Meske, 1969 Aquarium
- Λιμνοθάλασσα Ροδιάς
- Δύναμη (Λιμνοθάλασσα Ροδιάς)

Σχήμα 5

2.4.2. Ηλικιακή δομή δείγματος

Από την παρατήρηση των ωτόλιθων διαπιστώθηκε ότι τα χέλια του δείγματος κυμαίνονταν ηλικιακά από δύο έως και πέντε ετών. Συγκεκριμένα προέκυψε ότι το 17% των ατόμων του δείγματος ήταν ηλικίας δύο ετών, το 71% των ατόμων του δείγματος ήταν ηλικίας τριών ετών, το 9 % του δείγματος ήταν ηλικίας τεσσάρων ετών και το 3% του δείγματος ήταν ηλικίας πέντε ετών.

Τα χέλια ηλικίας δύο ετών αντιστοιχούσαν σε κλάσεις μήκους 20 έως και 30 cm, τα χέλια ηλικίας τριών ετών αντιστοιχούσαν σε κλάσεις μήκους από 25 έως και 45cm, τα χέλια ηλικίας τεσσάρων ετών αντιστοιχούσαν σε κλάσεις μήκους 40 έως 50cm και τα χέλια ηλικίας πέντε ετών αντιστοιχούσαν σε κλάσεις μήκους 50 έως 55cm.

Στο δείγμα δεν βρέθηκαν χέλια ηλικίας μικρότερης των δύο ετών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός τα χέλια χρειάζονται τουλάχιστον δύο χρόνια για να εισέλθουν στη Μεσόγειο.

Τα χέλια τα οποία μελετήθηκαν βρέθηκαν αρκετά μεγάλα σε μέγεθος για την ηλικία τους. Συγκεκριμένα από έρευνες άλλων μελετητών παρατηρήθηκε μία απόκλιση δύο έως τριών ετών. Σύμφωνα με τους Pantulu & Singh (1962), και Hohendorf (1966), το δείγμα των χελιών που μελετήθηκε πρέπει να κυμαίνονταν ηλικιακά μεταξύ έξι έως οχτώ ετών. Σύμφωνα με τους Penaz & Tesch (1970) χέλια μήκους 20 έως 55 cm όπως τα χέλια του δείγματος της παρούσας έρευνας κυμαίνονται ηλικιακά από τεσσάρων έως οχτώ ετών. Σύμφωνα με τον Frost (1945) το ευρωπαϊκό χέλι ηλικίας τριών ετών έχει μήκος περίπου 30 cm ενώ σε ηλικία οχτώ ετών φτάνει τι μήκος των 50 cm.

Από μελέτες οι οποίες έγιναν επίσης για χέλια άλλων ειδών όπως τα είδη *A. rostrata*, (Smith & Saunders 1955), *A. japonica* (Boetius & Boetius 1967), *A. australis* (Cairns 1942), *A. nebulosa* (Pantulu & Singh 1962) κ.α. βρέθηκε ότι χέλια ηλικίας τριών ετών είχαν μήκος 20 έως και 43 cm, ενώ χέλια ηλικίας πέντε ετών είχαν μήκος 19 έως και 50 cm. Μερικά από τα αποτελέσματα των ερευνών που αφορούσαν δείγμα χελιών του είδους *A. rostrata* παρουσιάζουν πολύ μικρή απόκλιση από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.

Ωστόσο σύμφωνα με τον Rahn (1955a) τα χέλια του είδους *A. anguilla* μήκους 53 cm είχαν συμπληρώσει το πέμπτο έτος της ηλικίας τους. Το γεγονός αυτό

έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη της ηλικίας των χελιών της λιμνοθάλασσας της Ροδιάς.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στη Μεσόγειο τα χέλια εισέρχονται σε μεγάλο μέγεθος συγκριτικά με τα χέλια που εισέρχονται σε άλλες περιοχές (Psinha & Jones 1975). Το γεγονός αυτό δικαιολογεί εν μέρει τα μεγάλα σε μέγεθος χέλια τα οποία παρατηρήθηκαν στη λιμνοθάλασσα του Αμβρακικού Κόλπου. Επίσης οι έρευνες οι οποίες προαναφέρθηκαν και με τις οποίες έγινε η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν αναφέρονταν σε πληθυσμούς χελιών που μελετήθηκαν στις περιοχές της βόρειας Ευρώπης. Οι περιοχές αυτές έχουν πολύ μικρότερες θερμοκρασίες συγκριτικά με τις θερμοκρασίες της Μεσογείου και συγκεκριμένα της Ελλάδας και για το λόγο αυτό η ανάπτυξη τόσο των χελιών όσο και όλων των άλλων ψαριών στα Ελληνικά ύδατα γίνεται με πιο γοργούς ρυθμούς.

Συμπερασματικά, ο αυξημένος ρυθμός αύξησής των χελιών μπορεί να οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στο εύκρατο και μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας. Εξάλλου στην Ελλάδα οι θερμοκρασία και η πολύ καλή ποιότητα των νερών εξασφαλίζουν σε όλους τους οργανισμούς άριστες συνθήκες διαβίωσης και ανάπτυξης.

ΚΕΦ. 3 ΔΙΑΤΡΟΦΗ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη των τροφικών συνηθειών των ψαριών αποτελεί ένα πολύ σημαντικό βήμα για την πληρέστερη κατανόηση της διατροφής του μέσα στο φυσικό περιβάλλον, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοτικότερη εκμετάλλευση των ιχθυοπληθυσμών. Η βασική σύνδεση των ψαριών με το περιβάλλον πραγματοποιείται κυρίως με την αναζήτηση και πρόσληψη της τροφής.

Έτσι η τροφή αποτέλεσε έναν από τους καθοριστικότερους παράγοντες, που εξελικτικά διαμόρφωσαν τους μορφο-φυσιολογικούς χαρακτήρες διατροφής στα ψάρια, προσαρμόζοντάς τους κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να πετυχαίνεται η καλύτερη αναζήτηση, λήψη και αφομοίωσή της. Από την άλλη πλευρά, το είδος της τροφής, το μέγεθος, η κατανομή της στον υδάτινο χώρο καθώς και η θρεπτική της αξία, επιδρούν αποφασιστικά, μαζί με τους άλλους παράγοντες, στην ανάπτυξη των ψαριών, στο μέγεθος και την ποιότητα των γεννητικών προϊόντων, στην επιβίωση και στη συμπεριφορά των ιχθυοπληθυσμών.

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στα 300 χέλια, τα οποία αποτέλεσαν το δείγμα της συγκεκριμένης έρευνας, μεταξύ των άλλων βιολογικών παραμέτρων τα οποία μετρήθηκαν ήταν και το μήκος και το βάρος στομάχου προκειμένου να διεξαχθούν κάποια συμπεράσματα σχετικά με τις διατροφικές συνήθειες των χελιών. Στις εικόνες 19, 20, 21, 22 φαίνονται όλα τα εσωτερικά όργανα των χελιών που μελετήθηκαν και ο πεπτικός σωλήνας. Η δειγματοληψία των χελιών έγινε τον μήνα Ιούνιο, εποχή κατά την οποία τα χέλια βρίσκονται σε έντονη διατροφική δραστηριότητα (Sinha & Jones 1967b).

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων του μήκους και του βάρους του στομάχου των χελιών, αυτά διατηρήθηκαν σε δοχεία με αλκοόλη 95°, μέχρι να γίνει η αναγνώριση των ειδών τα οποία επικρατούν στο διαιτολόγιο των χελιών.



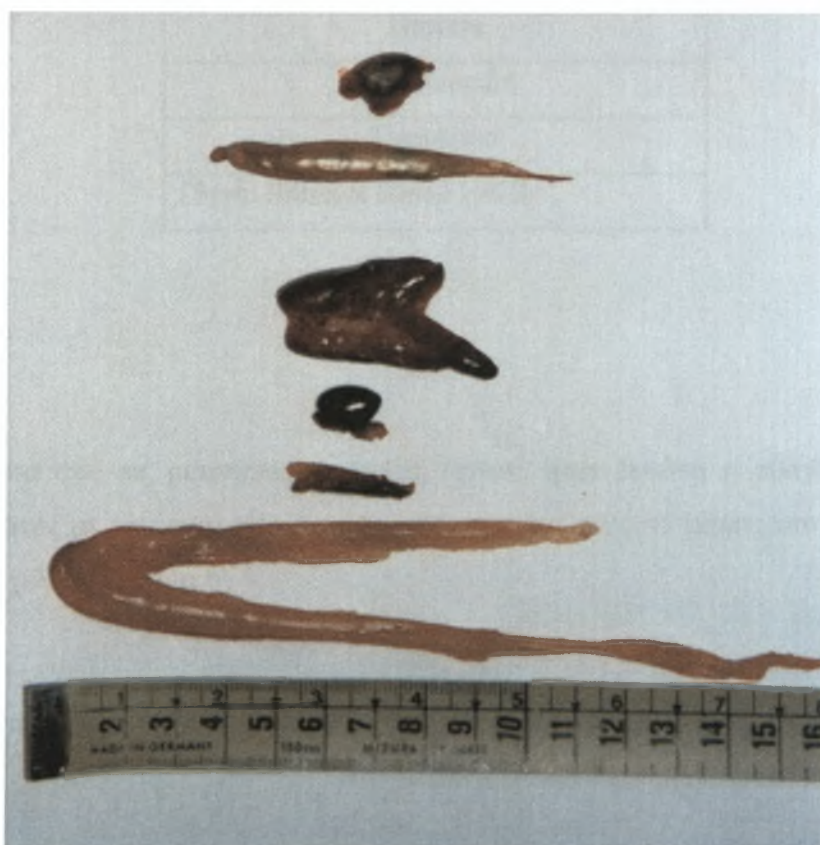
Εικόνα 19



Εικόνα 20



Εικόνα 21



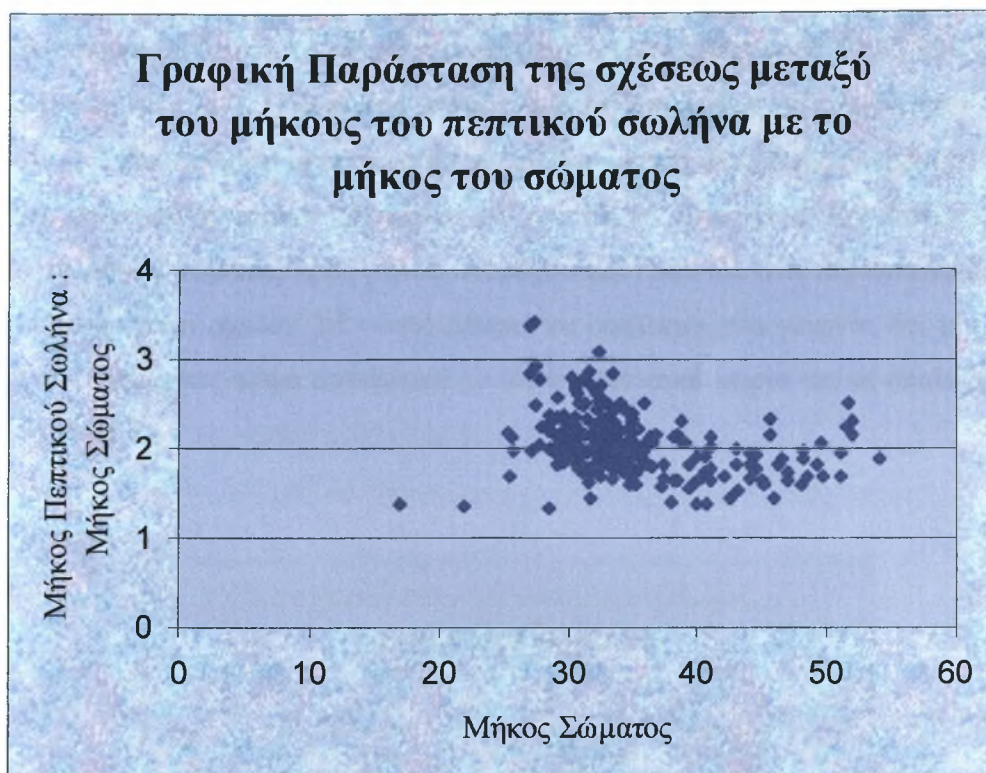
Εικόνα 22

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρά το γεγονός ότι το δείγμα των χελιών συλλέχτηκε σε μήνα με έντονη διατροφική δραστηριότητα, όλοι οι πεπτικοί σωλήνες που εξετάστηκαν βρέθηκαν άδειοι. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η ανίχνευση και η αναγνώριση των ειδών με τα οποία τρέφονται τα χέλια. Για το λόγο αυτό τα συμπεράσματα για τις τροφικές συνήθειες των χελιών προέκυψαν από βιβλιογραφική μελέτη (Πίνακας 7).

Πίνακας 7
Είδη οργανισμών που τρώγονται από τα χέλια
Ψάρια
Μαλάκια
Plecoptera
Ephemeroptera
Trichoptera
Diptera
Καρκινοειδή
Σκουλίκια
Πηγή: Sihna & Jones 1967b

Ωστόσο από τις μετρήσεις οι οποίες έγιναν, ήταν δυνατή η συσχέτιση του μήκους σώματος με την αναλογία του μήκους σώματος προς το μήκος του πεπτικού σωλήνα των χελιών (Σχήμα 6)



Σχήμα 6

Από την συσχέτιση αυτή μπορούν να προκύψουν συμπεράσματα για το χαρακτήρα της διατροφής των χελιών αφού η διατροφή επηρεάζει άμεσα το μήκος του πεπτικού σωλήνα

3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα περισσότερα από τα χέλια είχαν άδεια στομάχια. Το γεγονός αυτό δεν δικαιολογείται αφού τα χέλια συλλέχθηκαν σε εποχή με έντονη διατροφική δραστηριότητα. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι δεν είχαν φάει, ή επειδή δεν προτιμούσαν τη διαθέσιμη τροφή, ή επειδή η πέψη της τροφής που έφαγαν έγιναν πολύ γρήγορα (Hartley, 1940, 1948, Frost, 1962, Thomas, 1962, Cragg – Hine, 1964, Allen 1935, Scheuring 1928).

Ωστόσο από την μελέτη των αποτελεσμάτων της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μήκους του πεπτικού σωλήνα και του μήκους του σώματος των χελιών,

προέκυψαν κάποια συμπεράσματα, και αυτό γιατί ο χαρακτήρας διατροφής όλων των ψαριών επηρεάζει άμεσα το μήκος του πεπτικού σωλήνα (Bernidub & Guzeva 1950, Borotskoί *et. al.* 1961). Η αναλογία μήκος σώματος προς μήκος στομάχου, όταν είναι περίπου 1:1 είναι σαφώς οριακή, τόσο για ψάρια μικτής διατροφής (παμφάγα), όσο και για σαρκοφάγα ψάρια (Borotskoί *et. al.* 1961). Στα χέλια του δείγματος η αναλογία μήκος σώματος προς μήκος στομάχου πρόκυψε ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι σχεδόν 2:1. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα χέλια έχουν πολύ επίμηκες σώμα συγκριτικά με άλλα αρπακτικά ψάρια για τα οποία ισχύει η αναλογία 1:1.



Σχήμα 7

Η τροφική δραστηριότητα των χελιών αυξάνεται πολύ περισσότερο τους θερινούς μήνες συγκριτικά με τους χειμερινούς (Sinha & Jones 1967b). Στο σχήμα 7 φαίνεται η εποχιακή διακύμανση της πρόσληψης τροφής από χέλια. Η τροφική επίσης δραστηριότητα μεταβάλλεται ανάλογα και με της ώρα της ημέρας. Έχει βρεθεί ότι τα χέλια προτιμούν να τρέφονται τη νύχτα πάρα την ημέρα και τις απογευματινές ώρες (Cairns 1942).

Όπως και τα περισσότερα είδη αρπακτικών ψαριών έτσι και τα χέλια προτιμούν να τρέφονται με λείες το μέγεθος των οποίων δεν είναι πολύ μεγάλο έτσι ώστε να μπορούν να τους επιτίθενται. Το στόμα των χελιών δεν είναι πού μεγάλο σε μέγεθος με αποτέλεσμα να η τροφή που προσλαμβάνουν να είναι μέτρια σε μέγεθος. Στην περίπτωση που η λεία είναι μεγάλου μεγέθους, τα χέλια προτιμούν να την

κομματιάσουν, παρά να την καταπιούν ολόκληρη. Σε μερικές περιπτώσεις τα χέλια, περιστρέφονται γύρω από τον δικό τους άξονα, προκειμένου να κόψουν κομμάτια τροφής. Ο τρόπος αυτός επίθεσης είναι ιδιαίτερα συνήθης όταν τα χέλια τρέφονται με οστρακόδερμα (Ladiges 1936).

Τα χέλια είναι σαρκοφάγα, αρπακτικά και τρέφονται με πολλά είδη οργανισμών, μερικά από τα οποία φαίνονται στις εικόνες 23, 24. Τρέφονται κυρίως με ζωοβενθικούς οργανισμούς, αφού ζουν κοντά στον πυθμένα. Η διαθεσιμότητα των ζωοβενθικών οργανισμών μεταβάλλεται εποχιακά και το γεγονός αυτό επηρεάζει την τροφική δραστηριότητα των χελιών.

Τα καρκινοειδή του γένους *Gammarus* και ισόποδα του γένους *Asellus* και σαλιγκάρια είναι πάντα διαθέσιμη τροφή για τα χέλια, ενώ τα έντομα, η διαθεσιμότητα των οποίων δεν είναι σταθερή, θεωρούνται σαν προσωρινή ή εποχιακή τροφή (Sinha & Jones, 1975). Πολλοί μελετητές (Humphries & Frost 1937, Frost 1945, Badcock 1949 & Hynes 1961) βρήκαν μία σταθερή καθοδική πορεία στον αριθμό των οργανισμών Plecoptera, Ephemenoptera, Coleoptera και Diptera που βρίσκονταν στις λίμνες και στα ποτάμια.

Η επιφανειακή τροφή δεν προτιμάται συχνά από τα χέλια (Sinha 1965b , Cairns 1941, 1942). Η τροφή που προτιμάται είναι πολλά σκουλήκια, κάμπιες και γενικά οργανισμοί που ζουν στον μέσα στον πυθμένα (Burnet 1952a). Είναι γεγονός ότι οι τροφικές συνήθειες των χελιών δεν ακολουθούν κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο και ότι προσαρμόζονται στα είδη της τροφής που είναι διαθέσιμα και σε γενικές γραμμές τα χέλια τρέφονται με βενθικά ασπόνδυλα.

Από πολλούς ερευνητές τα χέλια έχουν χαρακτηριστεί σαν σαπροφάγα (Schiemenz 1910), παρά το γεγονός ότι τα χέλια τα οποία βρέθηκαν κοντά σε νεκρά ψάρια, προτιμούσαν να τρέφονται με καρκινοειδή και σαλιγκάρια τα οποία βρίσκονταν στη γύρω περιοχή παρά με τα νεκρά ψάρια. Η άποψη ότι τα χέλια τρέφονται με νεκρά ψάρια επιβεβαιώθηκε από το γεγονός ότι στο στομάχι ενός χελιού βρέθηκαν υπολείμματα ενός ασπρόψαρου (*Rutilus rutilus*), το μεγάλο μέγεθος του οποίου έδειχνε ότι το συγκεκριμένο χέλι δεν έφαγε ολόκληρο το νεκρό ασπρόψαρο αλλά μέρος αυτού (Cragg-Hine 1964). Οι νεκροί οργανισμοί προτιμούνται από τα χέλια τα οποία είναι μεγάλα σε μέγεθος (Burnet 1952a). Οι λάρβες των υδρόβιων εντόμων, δεν κατέχουν σημαντική θέση στο διαιτολόγιο των χελιών που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 50cm (Frost 1945). Από την μελέτη των τροφικών συνηθειών χελιών μεγέθους 40cm ή και μεγαλύτερο, προέκυψε ότι τα χέλια



a. *Ecdyonurus venosus*



c. *Ephemerella ignita*



d. *Rhyacophila dorsalis*



e. *Hydropsyche instabilis*



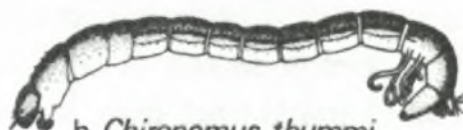
f. *Limnophora*



b. *Baetis rhodani*



g. *Dicranota*



h. *Chironomus thummi*



i. *Simulium*



j. *Simulium* pupa

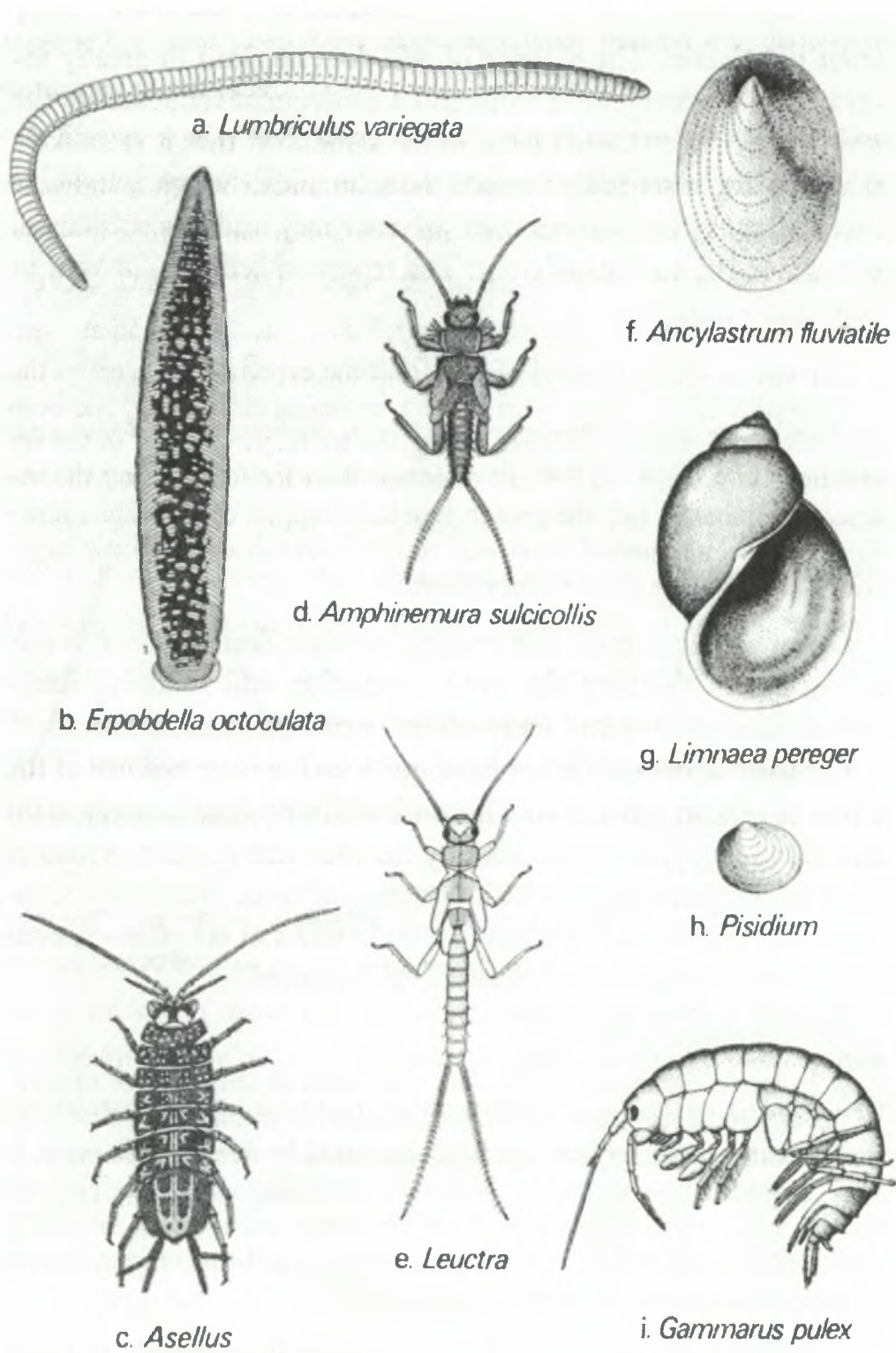


k. *Helmis maugei* larva



l. *Helmis maugei*

Εικόνα 23



Εικόνα 24

αυτά προτιμούν να τρέφονται με τα είδη εκείνα με τα οποία τρέφονται και τα μικρότερα σε μέγεθος είδη. Γενικά πιστεύεται ότι οι τροφικές συνήθειες των χελιών δεν αλλάζουν όσο αυτά μεγαλώνουν αλλά παραμένουν σταθερά στις διατροφικές τους προτιμήσεις (Sinha 1969).

Οι έρευνες που έγιναν για τις τροφικές συνήθειες των χελιών του είδους *Anguilla anguilla*, έγιναν κυρίως σε χέλια μήκους 50 έως 80cm και έδειξαν ότι ακολουθούν το πρότυπο των αρπακτικών ψαριών που τρέφονται με ψάρια (Volf & Smisek 1955, Drapkin 1964, Sedlar & Kremer 1967, Morovic 1970). Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος χέλια, εκτός από ψάρια και οστρακοειδή τρέφονται και με σαλιγκάρια. Χέλια μεγέθους μικρότερο των 20cm δεν τρέφονται καθόλου με σαλιγκάρια, αλλά το μεγαλύτερο μέρος του διαιτολογίου τους αποτελείται από προνύμφες εντόμων (Opuszyński & Leszczynski 1967). Τα μαλάκια αποτελούν τροφή κυρίως των χελιών μήκους μεγαλύτερο από 40cm και λιγότερο των χελιών μικρότερου μήκους. Το επικρατέστερο είδος των μαλακίων με το οποίο τρέφονται τα χέλια μεγέθους 20 έως 40cm είναι το *Bithynia tentaculata*, το μέγεθος του οποίου φτάνει μέχρι τα 12mm, ενώ τα χέλια μεγέθους μεγαλύτερο των 40cm προτιμούν να τρέφονται με μεγαλύτερα σαλιγκάρια του είδους *Radix limosa*.

Μόνο λίγα είναι τα είδη των βενθικών οργανισμών που δεν αποτελούν μέρος του διαιτολογίου των χελιών. Το φάσμα των τροφών που καταναλώνονται από τα χέλια, ποικίλει και αποτελείται από ψάρια, μύδια, καρκινοειδή, λάρβες εντόμων, έντομα που ζουν στην επιφάνεια του νερού, σκουλήκια και φυτά. Τα φυτά από τα οποία αποτελείται το διαιτολόγιο των χελιών είναι τα φυτά που αποτελούν καταφύγιο για τις λείες του και τα οποία το χέλι καταπίνει καθώς επιτίθεται σε αυτές. Είναι επίσης γνωστό ότι τα χέλια δεν τρέφονται μόνο με υδρόβιους οργανισμούς, αλλά και με οτιδήποτε φαγώσιμο το οποίο μπορεί να πέσει ή να πλησιάσει το νερό, όπως έντομα που πετούν στην επιφάνεια και γαιοσκώληκες (Cairns 1942b, Sihna & Jones 1967b, Daniel 1968, Ziepke 1974).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αρβανίτης, Κ., Γκατζέλια, Α., & Παυλίδης, Π. (1990). Πρόγραμμα παρακολούθησης νερών ποταμού Λούρου, Γενικές πληροφορίες μεθοδολογίας, Τεύχος 2.
 - Ε.Τ.Α.Ν.Α.Μ. (2001). Δεκαπενθήμερες μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού Κόλπου.
 - Κουκάρας ,Κ., Κουμή, Χ., Αλιγιζάκη, Α. & Μιχαλάτου, Ε. (2000). Τεχνική Έκθεση Προόδου του ερευνητικού έργου – προγραμματικής σύμβασης: Παρακολούθηση του φυτοπλαγκτού στις λιμνοθάλασσες Λογαρού, Ροδιά και Τσουκαλιό του Αμβρακικού Κόλπου.
 - Λέκκα, Γ. Σ. (1979). Εργαστηριακές Τεχνικές Ιστοπαθολογίας.
 - Νεοφύτου, Χ. (2001). Βιολογία Υδρόβιων Οργανισμών.
 - Νεοφύτου, Χ. (1997). Ιχθυολογία
-
- Allen, K. R. (1935). The food and migration of the perch (*Perca fluviatilis*) in Windermere. *J. Anim. Ecol.* 4.
 - Badcock, R. M. (1949). Studies in stream life in tributaries of the Welsh Dee. *J. Anim. Ecol.* 18.
 - Bagenal, T. B. & Tesch, F.-W. (1977). Age and growth. *IBP Handbook No. 3* (3rd edn.). Methods for assessment of fish production in freshwaters. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
 - Bernidub, M. F. and Guzeva, M. I. (1950). On Morpho-physiological stages in development of fish Carval. *Reports of Ac. Sc. USSR.* 71.
 - Borutskoi, B. E., Aecman, B. A., Zeltenkiva, B. M., Bokovoj, H. E., Karpvits, F. A. and Tsajanovoi, A. L. (1961). Handbook of Methods of Studing Fish Nutrition under Natural Conditions. *Izd. Pischevaja Promislonnost*, Mockva.
 - Bobzin, W. (1966). Der Aalfang mittels Reusen unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Situation in der Küstenfischerei der Deutschen DemoDemokratischen Republik. *Dt. FischZtg. Radebeul*, 13.
 - Brandt, A. V. (1961). Erfahrungen mit monofilen Aalreusen. *Fischereiwelt*, II, 75–78.

- Brietenstein, W. (1956). Betrachtungen über Reusen der Binnenfischerei unter besonderer Berücksichtigung der Benennung der Anfertigungsmethoden und der Normierung. *Z. Fisch.*, 5.
- Burnet, A. M. R. (1952a). Studies on the ecology of the New Zealand long-finned eel *Anguilla dieffenbachii* Gray. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.* 3.
- Cairns, D. (1942). Life history of the two species of New Zealand freshwater eel. Part II. Food and inter-relationship with trout. *Ibid.* 23.
- Cairns, D. (1941). Life history of the two species of New Zealand freshwater eel. *N. Z. Jl. Sci. Technol.* 23.
- Chugunova, N. I. (1963). Age and Growth studies in fish. National Science Foundation Washington, pp:132
- Cragg – Hine, D. (1964). Biology of the coarse fish of Willow Brook, Northamptonshire. Ph.D. thesis, University of Liverpool.
- D' Ancona, U. (1940). Montana e accrescimento delle giovani anguille dell' Alto Adriatico in confronto a quelle della altre parti del Mediterraneo e della costa europee settentrionali. *Atti. Ist. Veneto sci.* 99.
- Daniel, W. (1968). Über die Ernährung des Flubaales (*Anguilla vulgaris* Turt.) in einem Marschensielzug. *Faun. – Ökol. Mitt.* 3.
- De Veen, J. F. & Deelder, C. L. (1958). A calculation on the fishing intensity of the eeltrawl on the IJsselmeer. *Archs néerl. Zool.*, 13 (Suppl. I), 46I.
- Doering, P., Jurgen, L. & Gmel, G. (1992). Preliminary results of otolith shape analysis with eels of known age. Irish Fisheries Investigations No. 36.
- Drapkin, E. I. (1964). On the distribution of the river eel *Anguilla anguilla* (L.) in the Black sea. *Byull. Mosk. Obshch. Ispyt. Prir.* 69.
- Eltink, A. & Kuiter, C. J. (1989). The total fecundity of western horse mackerel.
- Frost, W. E. (1939). River Liffey Survey. IV. The fauna of the submerged 'mosses' in an acid and alkaline water. *Proc. R. Ir. Acad. (B)* 45.
- Frost, W. E. (1945). The age and growth of eels (*Anguilla anguilla*) from the Windermere catchment area. Parts I and II. *Ibid.* 14.
- Gajgalas, K.S. (1969). Biologičeskoe obosnovanie racional'nogo ispol'zovanija zaposov ugrja *Anguilla anguilla* (L.) v zalive kursju mares v svjazi s intensifikacij ego dobyci. *Vopr. Ikhtiol. Moskva*, 9 (I), 68-79. (Biological basis for rational

exploitation of the stocks of eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Gulf of Kurshyu. *Ichthyol. Am. Fish. Soc.*, 9 (I), 49-58, 1969).

- Gandolfi – Hornyold, A. (1930). Le sexe et la croissance de la petite anguille de la Roubine du pont de Rousty (Camargue). *Bull. Soc. Cent. Aquic. Pêche*, 37.
- Hallegraf GM, Anderson DM, Cembella AD (Eds) (1995). Manual on Harmful Marine Microalgae. *IOC Manual and Guides* No 33. UNESCO.
- Hartley, P. H. T. (1948). Food and feeding relationships in a community of freshwater fishes. *J. Anim. Ecol.* 17.
- Hartley, P. H. T. (1940). The food of coarse fish, *Scient. Publs Freshwat. Biol. ASS. Br. Emp.* No. 3.
- Hellenic Ornithological Society (1994 – 2000). Important Bird Areas of Greece
- Humphries, C. F. and Frost, W. E., (1937). River Liffey Survey. The Chironomid fauna of the submerged mosses. *Proc. R. Ir. Acad.* (B) 43.
- Hynes, H. B. N. (1961). The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol.* 57.
- ICES (1991). Report of the horse mackerel (scad) otolith reading workshop. *ICES, C. M.* 1991, 24p
- ICSEAF 1986. ICSEAF otolith interpretation guide. No 2 Cape horse mackerel, Madrid 1986, 24p.
- Kerstan, M. (1985). Age, growth, maturity and mortality estimates of horse mackerel from the waters of Great Britain and Ireland in 1984. *Arch. Fischwiss.*, 36(1/2).
- Ladiges, W. (1936). Untersuchung über den Aalbestand im Hamburgischen Hafengebiet. *Z. Fisch.* 43.
- Luna.G. L. (1960). Manual of Histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. American Registry of Pathology, Third edition.
- Macer, C. T. (1977). Some aspects of the biology of the horse mackerel in waters around Britain. *J. Fish Biol.*
- Marecos, M. L. (1986). Preliminary analysis of horse mackerel otolith measurements. *ICES, C. M.* 1986/72, 7p.
- Marcus, K. (1919). Über Alter und Wachstum des Aales. *Mitt. Zool. St. Inst. Hamb.* 36, I –70.

- Meske, C. (1969). Aufzucht von Aalbrut in Aquarien. *Arch. FischWiss.*, 20, 26-32.
- Morales – Nin, B. 1987. Ultrastructure of the organic and inorganic constituents of the otoliths of sea bass. In: Age and Growth of Fish, Summerfelt, R. C. & Hall, G. E., (Eds.). Iowa State University Press/Ames, 544p.
- Morovic, D. (1970). Quelques observations sur l'anguille, *Anguilla anguilla* L., de la côte orientale de l'Adriatique. *Bilj Inst. Oceanogr. Ribarst.*
- Naismith, A. I. & Knights, B. (1990). Studies of sampling methods and of techniques for estimating population of eels, *Anguilla anguilla* L., Aquaculture And Fisheries Management 21, 357 – 367.
- Oray, I. K. (1968). Über die Alterung von Aalreusen aus Polyamiddrähten und ihr Einfluss auf die Fängigkeit. *Fischwirt*, 18.
- Opuszynski, K. & Leszczynski, L. (1967). The food of young eels (*Anguilla anguilla* L.) from several lakes and a river in northern Poland. *Ekol. pol.*, Ser. A. 15.
- Panella, G. (1974). Otolith growth patterns: an aid in age determination in temperate and tropical fishes. In: Ageing of Fish, Bagenal, T. B., (Ed.) Urwin Brothers Limited, 234p.
- Papathanassiou E., Catsiki V. –A. & Kotou E. (1997) Development and application of new techniques for pollution monitoring, protection and management of the Amvrakikos Gulf.
- Penáz, M. & Tesch, F.-W. (1970). Geschlechtsverhältnis und Wachstum beim Aal (*Anguilla anguilla*) an verschiedenen Lokalitäten von Nordsee und Elbe. *Ber. Dt. Wiss. Kommn Meeresforsch.*, 21, 290-310.
- Rahn, J. (1955a). Untersuchungen über Alter und Wachstum des Aalbestandes im Sakrower See. *Z. Fisch.*, 4, 235-256.
- Robeds J. R. (1978), Fish Pathology, Bailliere Tindall – London.
- Schiemenz, P. (1910). Wasfrist der Aal. *Fisherbote*. 8.
- Scheuring, L. (1928). Beziehungen Zwischen Temperatur und Verdauungsgeschwindigkeit bei Fischen. *Z. Fisch.*
- Schmidt, J. (1909b). On the distribution of the freshwater eels (*Anguilla*) throughout the world. Atlantic Ocean and adjacent region. *Meddr Kommn. Havunders*. 3.

- Sedlar, J. & Krcmarik, J. (1967). Contribution to the knowledge of the composition of the main food components of the eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Slovak rivers. *Pol'nohospodarstva*. 13.
- Sedlár, J. & Dobrota, P. (1966). A contribution to recognition of the age of the eel (*Anguilla anguilla*) in the rivers of Slovakia (Czechoslovakian with English summary). *Acta zootech., Nitra*, 13, 153-158.
- Sinha, V.R.P. & Jones, J.W. (1975). The European Fresh Water Eel. Liverpool University Press.
- Sinha, V. R. P., (1969). A note on the feeding of larger eels, *Anguilla anguilla* (L.). *J. Fish. Biol.* 1.
- Sinha, V. R. P. & Jones, J. W., (1967b). On the food of the freshwater eels and their feeding relationship with the salmonids. *J. Zool. Lond.* 153.
- Sinha, V.R.P. & Jones, J.W. (1967c). On the age and growth of the freshwater eel (*Anguilla anguilla*). *J. Zool., Lond.*, 153, 99-117.
- Sinha, V. R. P., (1965b). New light on the eel. *Fishing*, 9 April, no 112. Peterborough, Angling Times Ltd.
- Strubberg, A. C., (1923). Elvers from North and South Europe. *Rep. Dan. Oceangr. Exped. Mediterr.* 3.
- Tesch, F.-W. (1977). The eel. Biology and management of anguillid eels.
- Thomas, J. D., (1962). The food and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) and its feeding relationships with the salmon parr (*Salmo salar* L.), and the eel (*Anguilla anguilla* L.) in the river Teify, West Wales. *J. Anim. Ecol.* 31.
- Thurow, F. (1959). Über Fangerträge und Wachsthum des Aales in der westlichen Ostsee. *Z. Fisch.*, 8, 597-626.
- Trybom, F. and Schneider, G., (1908). Die markierungsversuche mit Aalen und die Wanderungen gekennzeichnete Aale in der Ostsee. *Rapp. Cons. Explor. Mer. Stockholm.* 9.
- Volf, F. & Smisek, J., (1955). Aale in tschechoslowakischen Gewässern. *Sb. est Akad. zemed. Ved.* 28.
- Webb, B. F. & Grant, C. J., (1979). Age and growth of jack mackerel, *Trachurus declivis* (Jenyns), from South – eastern Australian waters. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 30. 1 – 9.
- Ziepke, S., (1974). Fliegen schürfende Aale. *Fisch u. Fang.* 15.

- [http¹ : http://www.wetlands.org/RDB/Ramsar_Dir/Greece/Gr009d99.txt](http://www.wetlands.org/RDB/Ramsar_Dir/Greece/Gr009d99.txt)
- [http² : http://www.ac-nantes.fr/peda/disc/svt/euroforum/actionpz.htm](http://www.ac-nantes.fr/peda/disc/svt/euroforum/actionpz.htm)

